مذكرات مختصرة

في

الكيمياء العملي

التحليل الكيماوى الوصفي

وبعض مواضيع الكيمياء الغروية والكيمياء الزراعية

تأليف

الدكتور فتح الله علام

مدرس الكيمياء الزراعية بكلية الزراعة بالجيزة

Dr. PHIL. NAT., Dr. PHIL.

طبع بالقاهرة في سنة ١٩٣٧

مذكرات مختصرة

في

الكيمياء العملي

التحليل الكيماوى الوصفي

وبعض مواضيع الكيمياء الغروية والكيمياء الزراعية

تأليف

الدكتور فتح الله علام

مدرس الكيمياء الزراعية بكلية الزراعة بالجيزة

Dr. PHIL. NAT., Dr. PHIL.

طبع بالقاهرة في سنة ١٩٣٧

تعليمات عامة

١ — يجب على الطالب أن يرتدى معطفا خاصا أثناء العمل فى المعمل الكيماوى

٢ — وعليه مراعاة النظام والنظافة والدقة فى جميع الاعمال الكيميائية، وكل طالب مسئول شخصيا عن نظافة محل عمله وعن ترتيب زجاجات الجواهر الكشافة الموجودة أمامه

٣ — يجب مراعاة الاقتصاد فى الغاز والماء المقطر وفى جميع المواد الكيميائية، كما لا يصح مطلقا استعمال ورق الترشيح فى غير الترشيح

٤ — تمسك زجاجات الجواهر الكشافة بحيث تقع راحة اليد على الاسم المكتوب، ويجب اعادتها الى أمكنتها بعد الفراغ من استعمالها مباشرة. ولا يصح وضع السدادة على التختة بل يجب حفظها في اليد اليسرى عند تفريغ شىء من الزجاجة

٥ — لا يصح أبداً إرجاع محاليل الجواهر الكشافة الى زجاجاتها بعد وضعها فى اناء، كما لا يصح مطلقا غمس سلك البلاتين أو ملعقة أو خلافها فى زجاجات الجواهر الكشافة

٦ — لا يصح أبدا وضع مواد صلبة مثل ورق الترشيح أو عيدان الكبريت أو زجاج فى الاحواض، كما لا يصح وضع احماض مركزة في الاحواض إلا بعد فتح حنفية الماء

٧ — كل العمليات التى تسبب تصاعد غازات سامة أو كريهة الرائحة يجب أن تجرى ـ نظرا لخطورتها ـ داخل دولاب الغازات الخاص على أن يكون لهبه مشعلا وأن يكون مقفلا باستمرار

٨ — إذا احترق غاز مصباح بنزن بلهب أخضر مزرق (لهب النحاس)، أو كان له لون أو صوت غير طبيعى فاعلم أن الغاز يحترق فى أسفل المصباح الذى يسخن كثيرا وقد يؤدى هذا الى احتراق الكاوتشوك واشتعال الغاز فيه فيتعرض المعمل لخطر الحريق. لهذا يجب المبادرة بتلافى كل ذلك من أول الامر، بان تضرب بسرعة وبشدة على الكاوتشوك مرة أو عدة مرات، حتى يحترق اللهب احتراقا عاديا، ويعرف ذلك بان اللون الاخضر يختفى بالتدريج ويزول الصوت. وان لم تنفع هذه الطريقة فاقفل صنبور الغاز وانتظر حتى يبرد المصباح ثم عدل فتحة الهواء تعديلا مناسبا واشعل اللهب بعد ذلك من جديد

تعليمات للترشيح والتذويب

١ — يجب أن تكون ورقة الترشيح محكمة الوضع على جوانب القمع وذلك بأن تضع فيه قليلا من الماء ثم تضغط على الورقة بانامك ضغطا خفيفا

٢ — يجب استعمال قضيب زجاجى فى الترشيح على أن يكون مرتكزا على ورقة الترشيح كما يجب أن يكون ساق القمع مرتكزا على جدار الكأس المعد لتلقى المترشح

٣ — لاتملأ ورقة الترشيح بما تريد ترشيحه بل يجب ترك مسافة لاتقل عن خمسة ملليمترات من الحافة العليا

٤ — عند غسل راسب على ورقة الترشيح يجب أن تكون كمية الماء (أو المحلول المخصوص) قليلة بقدر الامكان . وأن يترك حتى يترشح ثم تضاف كمية أخرى من محلول الغسيل وتترك حتى تترشح وهكذا

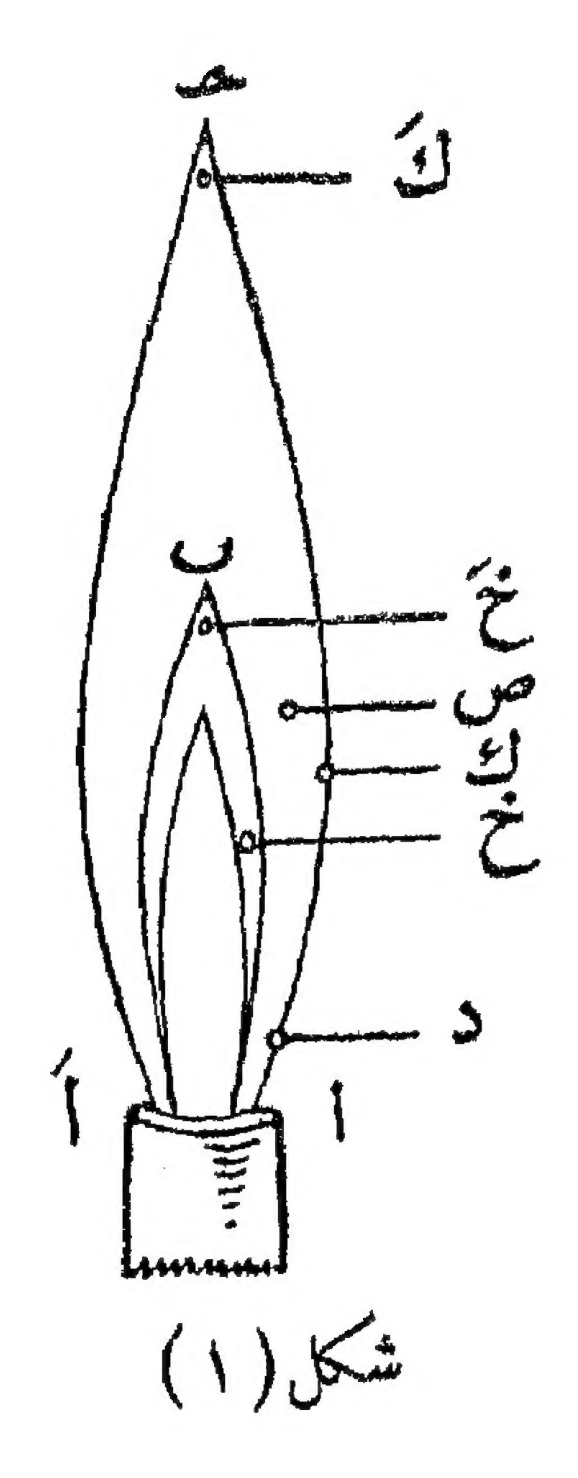
٥ — عند ترشيح راسب يجب أن يترك حتى يرسب الى قاع الاناء ثم يرشح أولا السائل . وعند البدء فى ترشيح الراسب نفسه يجب تغيير الاناء الذى يرشح فيه

٦ — عند اذابة راسب على ورقة الترشيح يجب أن تسخن اولا كمية من المحلول المذيب ثم تضاف الى الراسب ، وبعد الترشيح يؤخذ نفس المترشح ويضاف ثانيا الى الراسب ، وهكذا حتى تتم عملية الاذابة ، وفى النهاية يغسل ورق الترشيح بالماء

٧ — عند مايراد نقل راسب من القمع الى الجفنة الصينية يرفع الورق بالراسب باحتراس ويفتح ثم يوضع فى الجفنة بحيث يكون الراسب الى أسفل ، ثم توضع ورقة ترشيح سميكة جافة على الورقة المبللة ويضغط عليها قليلا ثم تسحب الورقتان

٨ — إذا أريد نقل الراسب من القمع الى كأس فيرفع ورق الترشيح الموجود فيه الراسب ثم يفتح ويوضع على راحة اليد اليسرى ويحفظ بالابهام من السقوط ، ثم يسلط عليه رشاش رفيع قوى من الماء من دورق الغسيل ، على أن يصل الماء الى جميع نواحى الراسب بسرعة

اللهب



شكل (١)

د قاعدة اللهب للاختبار بسلك البلاتين

ص منطقة الانصهار

ك منطقة الاكسدة السفلى للخرزة

ك َ منطقة الاكسدة العليا للمواد القابلة للتطاير والتى لا تحتاج لدرجة حرارة عالية

خ منطقه الاختزال السفلى وعندها يختلط الغاز بهواء ، ولذا فهذه المنطقة تستعمل لاختزال المواد السهلة الاختزال

خ َ منطقة الاختزال العليا ، عند قفل فتحات الهواء بدرجة مناسبة حتى تضىء ، لا تحتوى هذه المنطقة على أوكسجين ولكن بها كربون وهذه المنطقة تختزل أحسن من السابقة وتستعمل لاختزال أكاسيد المعادن وخلافها

تركيب اللهب : يتكون اللهب الغير مضىء من ثلاثة أجزاء رئيسية :—

١ — الجزء الداخلى ا ب اَ ويسمى أيضا اللهب المعتم يحتوى على غازالاستصباح مختلطا بنحو ٦٢ ٪ هواء

٢ — الجزء الخارجى ا جـ اَ ب ا يحتوى على غاز الاستصباح الملتهب مختلطا بهواء

٣ — القمة المضيئة ب وهى تتكون عند قفل فتحة الهواءقفلا مناسبابحيث لا يضىء أكثر من هذه القمة

ولما كان اللهب يستعمل لعدة أغراض خلاف مجرد التسخين فنقسم اللهب الى ست مناطق لكل واحدة منها استعمال خاص وهى :—

١ — قاعدة اللهب وهى الجزء المجاور لماسورة المصباح، درجة حرارة هذه المنطقة منخفضة نسبيا (حوالى ٣٥٠ °) ، وذلك لان الهواء الآتى من الماسورة يبرد الغاز المحترق وزيادة على ذلك لانها مجاورة للماسورة وهذه تعمل على تبريد الغاز المحترق ، إذ أنها موصلة جيدة للحرارة فتستعمل هذه المنطقة لاختبار اللهب بسلك البلاتين ، وكثيرا ما نستطيع تمييز عدة عناصر الواحد بعد الآخر عند تسخين مزيج منها على السلك فى هذه المنطقة لأن درجة تطاير مركبات العناصر تختلف . لذلك يظهر أولا لون المركب الأسهل تطايراً ثم يليه الاصعب . أما اذا سخنا المزيج فى درجة حرارة عالية جدا فان كل المركبات تتطاير فى وقت واحد ، وينتج لون مختلط يصعب تمييزه فى غالب الأحوال

٢ — منطقة الانصهار وتقع عند ص بعد نهاية الثلث الأول (الاسفل) بقليل ، فى الوسط بين حدود الجزء الداخلى والجزء الخارجى . فى هذا الجزء يكون اللهب أعرض ما يمكن وتصل درجة الحرارة أقصاها (حوالى ١٥٧٠°) . تستعمل هذه المنطقة لمعرفة درجة انصهار المواد وكذا درجة تطايرها

٣ — منطقة الاكسدة السفلى وتقع عند ك على حافة اللهب وتستعمل لأكسدة المواد الذائبة فى الخرزة

٤ — منطقة الاكسدة العليا وتقع عند كَ التى يجب ألا تكون مضيئة ، ولذا يكون مفعولها أتم ما يمكن عند فتح فتحات الهواء فتحا تاما وتستعمل لأكسدة المواد السهلة التطاير التى لا تحتاج لدرجة حرارة عالية

٥ — منطقة الاختزال السفلى وتقع عند خ أى على حافة منطقة الانصهار من الداخل لان الغاز (المختزل) يكون مختلطا بهواء فى هذه المنطقة فقدرته على الاختزال ضعيفة . لذا لا يمكن اختزال كل المواد فى هذه المنطقة ، وتستعمل غالباً فى اختزال المواد الذائبة فى الخرزة أو الموجودة على قطعة الفحم

٦ — منطقة الاختزال العليا وتقع عند خَ وتتكون من الجزء المضىء عند قفل

فتحات الهواء قفلا لايجعل اللهب كله يضيء (لايصح حجز الهواء لدرجة كبيرة بحيث اذا عرضنا قاع جفنة مملوءة بماء بارد للجزء المضيء لايسود قاع الجفنة). هذه المنطقة لاتحتوى على اكسجين ولكنها غنية بالكربون المتقد . لهذا السبب فالاختزال يكون هنا أتم منه فى منطقة الاختزال السفلى وتستعمل لاختزال المركبات الى معادنها

الباب الاول

التحليل الوصفى

ينقسم التحليل الوصفى الى ثلاثة أقسام :

ا — اختبارات أولية على المادة الجافة

ب— البحث عن الانيونات فى مستخرج كربونات الصوديوم وغيره

جـ — « « الكاتيونات فى محلول يحضر من المادة

ا — الاختبارات الاولية

تساعد هذه الاختبارات فى كثير من الاحوال فى سرعة الكشف عن بعض المركبات ولذلك لايصح اهمالها

١ — **اختبار الامونيوم** : أضف الى قليل من المادة الاصلية فى أنبوبة اختبار محلول الصودا الكاوية وسخن هينا ، فان كانت المادة تحتوى على امونيوم فانك تشم رائحة النوشادر واذا عرضت ورقة عباد الشمس الاحمر المبتلة بالماء للابخرة المتصاعدة فانها تزرق

٢ — **التسخين على سلك البلاتين** : خذ قليلا من كل من الاملاح الآتية على سلك البلاتين واغمسها فى حمض الكلوروديك الموجود فى زجاجة ساعة ، وعرض السلك لقاعدة اللهب العديم اللون تشاهد أن

أملاح الصوديوم تلون اللهب بلون أصفر يختفى خلال زجاجة الكوبلت
« البوتاسيوم « « « بنفسجى يظهر خلال زجاجة الكوبلت قرمزيا
« الكالسيوم « « « أحمر طوبى
« النحاس « « « أخضر مزرق
« الباريوم « « « أخضر مصفر
« الزرنيخ والرصاص « « أزرق رمادى

٣ — اختبار الخرزة : سخن سلك البلاتين وأغمسه فى ملح ثم عرضه بما عليه من ملح إلى اللهب وانتظر حتى ينتهى التفاعل ، ثم أغمسه فى الملح مرة أخرى وضعه فى اللهب ، وهكذا حتى تتكون خرزة كبيرة نوعا ثم أغمسها وهى ساخنة فى الملح المراد اختباره وضع السلك فى اللهب وانتظر حتى تنصهر ثم أخرجها من اللهب واتركها تبرد واستنتج وجود عنصر معلوم من عدمه من الجدول الآتى

لون الخرزة	منطقة التأكسد		منطقة الاختزال	
	والخرزة ساخنة	والخرزة باردة	والخرزة ساخنة	والخرزه باردة
عديمة اللون عكرة	كثير من السليكات		كثير من السليكات	
رمادية				س نخ
صفراء	ح (غير مشبعة)	ح (مشبعة)	ح (مشبعة جداً)	
حمراء مصفرة	ح (مشبعة)			
حمراء	ح (مشبعة جدا)			نح (مشبعة جدا)
زرقاء		نح		
بنفسجية	من	من		

٤ـ الاختبار على قطعة الفحم : سخن المادة بعد خلطها مع كربونات الصوديوم اللامائية على قطعة الفحم مع استعمال البورى الصغير

فان تكونت حبيبات معدنية قابلة للطرق دل ذلك على وجود رصاص إذا كانت بيضاء وعلى نحاس اذا كانت حمراء

وان تكونت طبقة متطايرة دل ذلك على وجود رصاص اذا كانت صفراء وعلى زرنيخ اذا كانت بيضاء

« تكون جسم أبيض غير منصهر . فيفحص بأن ينـدى بمحلول مخفف جدا من أزوتات الكوبلت ويحرق من جديد فى اللهب فان تكون جسم أزرق دل ذلك على وجود ألومنيوم (أو أيضا بعض السليكات والفوسفات)

٥ـ التسخين في أنبوبة الاحتراق : خذ كمية مناسبة من المادة فى أقل من حجم وضعها فى أنبوبة احتراق وسخنها فى المبدأ هينا ثم ارفع درجة الحرارة بالتدريج حتى الاحمرار فاذا شاهدت :ــ

أبخرة ماء	دل ذلك على وجود ماء تبلور فى المادة
اسوداد المادة ورائحة نفاذة	« « « « مادة عضوية تتكربن
تصاعد ثانى اكسيد الكربون	« « « « كربونات أو أكسالات
تصاعد غازات حمراء	« « « « أزوتات مثلا
رائحة النوشادر	« « « « أملاح الامونيوم
« ثانى أكسيد الكربون	« « « « تاكسد كبريتور أواختزال كبريتات
« الثوم	« « « « مركبات الزرنيخ
Sublimate أبيض	« « « « أملاح الامونيوم أو كلورور الزئبقيك أو اكسيد الزرنيخوز
« أسود	« « « « زئبق اذا كان على هيئة حبيبات ، أو زرنيخ اذا كان على هيئة مرآة

اختبار قابلية الذوبان

قبل أن تذيب جزءا كبيرا من المادة للكشف عن الكاتيونات أجر تجارب بكميات قليلة فى أنبوبة اختبار للبحث عن المذيب الملائم بالترتيب الآتى :—

ا — بالماء البارد ثم بالساخن فان لم تذب المادة فاضف الى محتويات الانبوبة :—

ب— حامض كلورودريك مخفف وسخن مدة من الزمن فى درجة الغليان فان لم تذب المادة فخذ كمية جديدة منها وأضف اليها :—

ج —يد كل مركز وسخن فان لم تذب فيه أيضا فخذ كمية جديدة منها وأضف:—

د — حامض أزوتيك مخفف وسخن للغليان فان لم تذب المادة فيه أيضا فخذ كمية جديدة منها وأضف :—

هـ — حامض أزوتيك مركز

و — وفى حالة عدم ذوبان المادة بعد كل هذه المعاملات حاول اذابتها فى الماء الملكى (٣ أحجام يد كل مركز + ١ حجم يد زا٣ مركز) وسخن مدة من الزمن فى درجة الغليان

فى بعض الاحيان يذوب جزء من المادة فى مذيب والجزء الآخرفى مذيب ثان . فى هذه الاحوال يحصل الانسان على محلولين ، يضافان لبعضهما للتحليل ان لم يتكون منهما راسب والا يختبر كل على انفراد

اذا عرف المذيب فخذ كمية كبيرة من المادة وأذبها فى كأس أو فى دورق مخروطى . أسرع طريقة لذلك هى أن تسخن المادة مع المذيب فان تبقى جزء غير غير ذائب فاتركه يرسب فى قاع الكأس وانقل المحلول الذى فوقه الى اناء آخر ثم أضف جزءاً جديداً من المذيب على المتبقى وسخن واترك الجزء الذى تبقى ليرسب وانقل المحلول وهكذا حتى تذوب المادة كلها . اجمع كل هذه المحاليل للكشف فيها عن الكاتيونات ، وما يتبقى غير ذائب يغسل جيدا ويختبر فيه للمواد الصعبة الذوبان كما سيأتى بعد

اختبار المركبات التى لاتذوب فى الاحماض

يهمنا من هذا المركبات الرمل والسليكات وكبريتات الباريوم والرصاص وكلورور الزئبقوز وأكسيد الالومنيوم وأكسيد الحديد اذا حرقا فى درجة حرارة عالية .

لمعرفة ما اذا كان أحد هذه المركبات أو أكثر موجودا يجب أولا اجراء تجارب أولية

١ — باللهب . إذا أعطى لوناً أخضرا دل على وجود كبريتات باريوم . ولما كانت كبريتات الباريوم لاتتطاير فى اللهب فيجب تحويلها إلى كلورور،ذلك بتسخين المادة مع كربونات الصوديوم الجافة على الفحم واضافة يدكل على الجسم الناتج ، أسهل وأسرع من ذلك أن تعرض الملح على سلك البلاتين للهب المصباح المختزل ثم تغمسه فى يدكل وتعرضه ثانيا للهب المصباح فيظهر اللون الاخضر

٢ — باضافة نوشادر فاذا أسود الجسم الابيض دل ذلك على وجود كلورور زئبقوز

٣ — باضافة مخلوط دافىء من محلول خلات الامونيوم وأيدرات الامونيوم واضافة كرومات بوتاسيوم للمذاب فان تكون راسب أصفر دل ذلك على وجود كبريتات رصاص

٤ — الخرزة إذا أصفرت دل ذلك على وجود ح$_2$ ا$_3$

٥ — اختبار السليكات :

ا — تجربة الخرزة : كثير من السليكات الخشنة تكون فى خرزة ملح الميكروكوسميك جسما غير ذائب يعوم فيها ويسمى Skeleton الا أنه لايمكن الاعتماد على هذا الاختبار لان سليكات القلويات والسليكات التي تتحلل بالاحماض كثيرا ما تذوب فى الخرزة إذا طالت مدة تسخين هذه فى اللهب الشديد .

ب — تجربة نقطة الماء

خذ قليلا من المادة المراد اختبارها واخلطها جيدا بنحو ضعف وزنها من فلورور

الكلسيوم . ضع المزيج فى بودقة جافة من الرصاص واضف اليه نحو ٣ سم^3 حامض كبريتيك مركز . غط الورقة بغطاء به ثقب ضيق فى وسطه ثم سخن هينا جدا وعرض نقطة ماء معلقة على قضيب زجاجى للابخرة المتصاعدة فاذا تعكرت النقطة دل ذلك على وجود السليكات

كافل$_2$ + يد$_2$ كب ا$_4$ = كا كب ا$_4$ + ٢ يدفل

س ا$_2$ + ٤ يد فل = س فل$_4$ + ٢ يد$_2$ ا

س فل$_4$ + ٤ يد$_2$ ا = يد$_4$ س ا$_4$ + ٤ يدفل

ب الكشف عن الانيونات

أولا : اختبارات على المادة الاصلية

١ — الكربونات : أضف المادة حامض كلورودريك مخفف يحصل فوران ويتصاعد غاز ك ا$_2$ الذى يعكر نقطة من ماء الجير معلقة على طرف قضيب زجاجى

٢ — الكبريتور : بمعاملة المادة بحامض يد كل مخفف والتسخين يتصاعد غاز يد$_2$ كب الذى يدرك برائحته الكريهة وبتسويده ورقة خلات الرصاص المبللة . هذا على شرط أن يكون الكبريتور الموجود بالمادة قابلا للذوبان فى حمض الكلورودريك

٣ — الفوسفات . هذه لايختبر لها الا فى مترشح المجموعة الثانية أن وجدت بعد طرد غاز يد$_2$ كب تماما وأخذ قليل من المترشح المغلى واضافة حامض أزوتيك مخفف والغليان ثم اضافة مولبدات امونيوم يتكون راسب أصفر . وان لم توجد المجموعة الثانية فيختبر للفوسفات فى مذاب المادة في حامض الازوتيك المخفف

٤ — السليكات . خذ المتبقى على ورقة الترشيح بعد اذابة المخلوط فى يد كل مخفف لتحضير محلول منه لاختبار الكاتيونات وبعد أختبار الرصاص والزئبقوز

جففه وامزجه فى بودقة من الرصاص بنحو حجمه من فلورور الكالسيوم ثم أضف نحو ٣ سم³ حامض كبريتيك مركز وغط البودقة بغطاء فى وسطه ثقب قطره نحو اسم وسخن هينا فى دولاب الغازات وعرض نقطة ماء على طرف قضيب زجاجى للابخرة المتصاعدة حيث تتعكر أو تبيض

ثانيا . أختبار الانيونات الاخرى فى مستخلص كربونات الصوديوم

تحضير المستخلص . اغل المادة مع محلول مشبع من كربونات الصوديوم غليانا تاما مدة خمس دقائق على الاقل ورشح والمحلول يغلى واهمل المتبقى على ورقة الترشيح . قد يكون المترشح أى المستخرج أزرقا فى حالة وجود أملاح نحاس بالمادة . يمكن التخلص من هذا اللون بمعادلة المستخرج بالضبط بحامض الخليك وترشيح الراسب المتكون واهماله

١ — الكبريتور : خذ جزءا من المستخلص وحمضه تماما بحامض الخليك ولا تسخن المحلول مطلقا ثم اضف أزوتات فضه أوخلات رصاص يتكون راسب أسود . كثيرا مايتكون راسب أبيض . هذا لايدل على كبريتور . وقد يكون الراسب الابيض ناتجا من وجود كلورور فى حالة استعمال أزوتات الفضة ، أو كلورور أو كبريتات أوهما معا فى حالة استعمال خلات الرصاص

٢ — الاكسالات . خذ جزءا من المستخلص وحمضه تماما بحامض الخليك وأغله جيداً لطرد ك٢ أ٢ وأضف اليه محلولا ساخناً من كلورور الكلسيوم يتكون راسب أبيض متبلور يذوب فى يدكل

٣ — الكلورور . خذ جزءا من المستخلص وحمضه تماما بحمض الازوتيك المخفف وأغل جيداً ثم أضف أزوتات فضة يتكون راسب أبيض متجبن يذوب فى النوشادر

٤ — الكبريتات . خذ جزءا من المستخلص وحمضه تماما بحمض الازوتيك المخفف وأغل جيداً ثم أضف كلورور الباريوم يتكون راسب أبيض ثقيل

٥ الانترات : خذ جزءا آخر من المستخلص وحمضه تماما بحامض الكبريتيك المخفف وأغل جيداً واضف اليه محلولا مشبعا من كبريتات الحديدوز ثم اضف حامض كبريتيك مركز باحتراس على جدار الانبوبة تتكون حلقه سمراء أو بنية

ثالثا . كبريتات الباريوم

أضف الى المادةالعسرة الذوبان فى الاحماض محلولا مشبعا من كربونات الصوديوم وسخن للغليان لمدة دقائق ثم أبعد اللهب برهة حتي يرسب الجسم الابيض الى قاع الكاس وصف المحلول الرائق باسرع ما يمكن . أضف من جديد محلولا مشبعا من كربونات الصوديوم وسخن للغليان مدة واترك الجسم الأبيض يرسب وصف. كرر هذه العملية حتى لا تجدفى المحلول المصفى كبريتات. عندذلك تحولت كبريتات الباريوم الى كربونات التي يمكن أذابتها فى حامض الكلوروردريك المخفف ويختبر فى المذاب للباريوم بحامض الكبريتيك المخفف حيث يتكون راسب أبيض

الكشف عن الكاتيونات

القاعدة المتبعة هى أنه بعد أن يعرف المذيب الملائم — يكفى فى كثير من الاحوال حامض الكلورودريك — تذاب المادة فيه ويؤخذ محلولها وتفصل منه الكاتيونات الى مجموعات، ثم يفصل كل كاتيون من مجموعته الخاصة ويختبر له على حدة بتجربة اثباتية

جدول مختصر للمجموعات

المجموعة الاولى : وتسمى مجموعة حامض السكلورودريك لانه يرسبها. ويهمنا من كاتيوناتها الزئبقوز والرصاص

المجموعة الثانية : وتسمى مجموعة الايدروجين المكبرت لانه يرسبها فى محلول محمض بحامض الكلورودريك . ويهمنا من كاتيوناتها الزئبق والرصاص والنحاس والقصدير والزرنيخ

المجموعة الثالثة : وتسمى مجموعة النوشادر لانها ترسب بعد فصل المجموعة الثانية بالنوشادر فى وجود كلورور الامونيوم . ويهمنا من كاتيوناتها الالومنيوم والحديد

المجموعة الرابعة : ترسب فى محلول نوشادرى بكبريتور الايدروجين أو كبريتور الامونيوم فى صورة كبريتورات قابلة للذوبان فى حامض الكلوروديك . ويهمنا من كاتيوناتها الخارصين والمنجنيز

المجموعة الخامسة : وتسمى مجموعة كربونات الامونيوم لانه يرسبها فى محلول نوشادرى فى وجود كلورور الامونيوم . ويهمنا من كاتيوناتها الباريوم والكالسيوم

المجموعة السادسة . وتسمى مجموعة المغنيسيوم والقلويات وليس لها جوهر كشاف مشترك وتشمل المغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم . أما الامونيوم الذى يعتبر من القلويات فلا يختبر له مع هذه الكاتيونات بل فى المادة الاصلية

فيمايلي نذكر أهم اختبارات الكاتيونات المذكورة. وهذه الاختبارات وان كانت مميزة فى كثير من الاحوال لكاتيون خاص ، الا أنه قد يشترك بعض الكاتيونات فى اختبار واحد ، خصوصا كاتيونات المجموعة الواحدة ؛ ثم نشرح طريقة فصل كاتيونات كل مجموعة على حدة ، وفى النهاية نأتى بجداول وملاحظات عامة على التحليل الوصفى

المجموعة الاولى

الزئبقوز ـــ $Hg^{\cdot}$

تجرى الاختبارات الآتية على محلول أزوتات الزئبقوز : —

١ — حامض الكلوروديك وجميع الكلورورات القابلة للذوبان تكون راسبا أبيضا من كلورور الزئبقوز ـــ Hg_2Cl_2 وهو عسر الذوبان جدا في الماء وفى الاحماض غير أنه إذا غلى كثيرا بحمض قوى فانه يتحلل جزئيا ويتكون كلورور زئبقيك وينفرد الزئبق؛ومن مميزاته التى يفترق بها عن كلورور الفضة أنه يسود باضافة النوشادر بخلاف الآخر فانه يذوب فيه . هذا الاختبار يميز الزئبقوز من الزئبقيك

٣ — كبريتور الايدروجين يتفاعل مع أملاح الزئبقوز فيتكون كبريتور زئبقيك وينفرد زئبق حسب المعادلة

يد٢ كب + ٢ ـــۓ ← ـــے كب + ـــے + ٢ يدٔ

يذوب الراسب المتكون فى الماء الملكى فقط

الرصاص ر Pb

تجرى الاختبارات الآتية على محلول من خلات أو ازوتات الرصاص

١ — حامض الكلوردريك والكلورورات القابلة للذوبان تكون راسبا أبيضا يذوب فى الماء الساخن وينفصل ثانيا عند مايبرد المحلول على صورة أبر أو وريقات بيضاء لامعة

٢ — حامض الكبريتيك والكبريتات القابلة للذوبان تكون راسبا أبيضا من كبريتات الرصاص . وهذا عسر الذوبان فى الماء ولكنه يذوب فى مخلوط من خلات الامونيوم وايدارات الامونيوم ويمكن ترسيب الكبريتات الذائبة فى هذا المخلوط باضافة حامض كبريتيك مخفف

٣ — كرومات البوتاسيوم يعطى راسبا اصفرا عسر الذوبان فى حامض الخليك ولكنه يذوب فى حامض الازوتيك الساخن

٤ — كبريتور الايدروجين يكون راسبا أسودا يذوب فى حامض الازوتيك المخفف بالتسخين . ويلاحظ أنه إذا كان محلول الرصاص يحتوى على كثيرا من حامض الكلوردريك فانه يتكون فى المبدأ راسب أحمر وهذا يتحول بالتدريج الى اللون الأسود وهذه العملية (تكوين كبريتور الرصاص) تأخذ مدة طويلة . لذلك يجب أن يكون محلول الرصاص حامضيا خفيفا لكى يتم ترسيب كبريتور الرصاص بسرعة . فان كانت قوة الحمض بالمحلول كبيرة فيجب التخفيف بالماء كما سيأتى ذكره فى فصل المجموعة الثانية

فصل المجموعة الاولى

أضف الى المحلول المحتوى على زئبقوز ورصاص ، والخالى طبعامن أيون الكلورور، كمية من حامض الكلورودريك المخفف تكفى للترسيب وزيادة قليلة ثم رشح وأغسل الراسب بالماء البارد وانقله الى جفنة صينية ثم أضف اليه ماءاً ساخنا واغله مع التقليب لمدة ثلاث دقائق تقريبا ثم رشح ساخنا

الرصاص : يحتوى المترشح على رصاص ، وهذا يرسب على صورة كلورور الرصاص عند تبريد المحلول فى هيئة بلورات ابرية أوصفائح رقيقة اذا كانت كميته كبيرة. فاذا لم يرسب منه شيء فاضف المحلول كرومات بوتاسيوم. وعندذلك يتكون راسب أصفر من كرومات الرصاص عسر الذوبان جدا فى حامض الخليك

الزئبقوز : المتبقى على ورقة الترشيح يحتوى على كلورور زئبقوز ويسود باضافة ايدرات النوشادر

المجموعة الثانية

الزئبقيك ــــ $Hg^{\cdot\cdot}$

تجرى الاختبارات الآتية على محاول من كلورور الزئبقيك : —

١ — كبريتور الايدروجين يرسب أملاح الزئبقيك على صورة كبريتور زئبقيك أسود . وهذا عسر الذوبان فى حمض الازوتيك المخفف وحمض الكلورودريك المخفف ولكنه يذوب فى الماء الملكى

ملحوظة ١ : فى بعض الاحوال لايتكون الراسب الاسود مباشرة ، بل يتكون أولا راسب أبيض وهذا يحمر ثم يسمر وأخيرا يسود ، وذلك على حسب ظروف التجربة

ملحوظة ٢ : يذوب راسب كبريتور الزئبق فى كبريتور الصوديوم أو كبريتور البوتاسيوم فى حالة وجود ايدرات الصوديوم ، لاسيما اذا كانت هذه المحاليل مركزة . لذلك يرسب من هذه المحاليل من جديد بالتخفيف بالماء أو باضافة أملاح مثل كلورور الامونيوم

٢ ــ كلورور القصديروز ق كل$_٢$ يكون أولا راسبا أبيضا من كلورور الزئبقوز وبزيادة كمية القصديروز يتحول الى راسب رمادى أو أسود حيث يختزل كلورور الزئبقوز الى زئبق منفرد

$$٢ \text{ ـــے كل}_٢ + \text{ق كل}_٢ = ٢ \text{ ـــے كل} + \text{ق كل}_٤$$

$$٢ \text{ ـــے كل} + \text{ق كل}_٢ = ٢ \text{ ـــے} + \text{ق كل}_٤$$

النحاس نح Cu

يجرى الاختبارات الآتية على محلول من كبريتات النحاس

١ ــ كبريتور الايدروجين يكون راسبا أسودا من كبريتور النحاس نح كب لايذوب فى حامض الكلوروردريك المخفف ، ولكنه يذوب فى حامض الازوتيك المخفف بالتسخين

٢ ــ ايدرات النوشادر يكون راسبا أزرقا يذوب بزيادة النوشادر حيث يتكون محلول أزرق غامق Azure blue وهو لون الكاتيون الناتج [نح (زيد$_٣$) $_٤$]$^{++}$

٣ ــ سيانور البوتاسيوم والحديدوز يعطى راسبا بنيا محمرا (شكولاتيا) من نح$_٢$ [ح (ك ز) $_٦$] عسر الذوبان في الاحماض المخففة ولكنه يذوب فى النوشادر حيث يتكون محلول أزرق غامق

ملحوظة : تتحول أملاح النحاس بغليانها مع محلول قوى من كربونات الصوديوم الى أملاح مركبة Complex salts زرقاء ، وحيث أن هذه قابلة للذوبان فمستخرج كربونات الصوديوم الذي يحضر للكشف عن الانيونات يكون ملونا . يمكن التخلص من النحاس الذى به بمعادلته بالضبط بحامض الخليك والترشيح من الراسب المتكون وأهمال الراسب

الزرنيخ ر As

الزرنيخ يكون فى مركباته أما ثلاثى أو خماسى التكافؤ

اختبارات الزرنيخوز : تجرى الاختبارات الآتية على محلول من زرنيخيت الصوديوم أو حامض الزرنيخوز

١ ـ كبريتور الايدروجين : اذا كان المحلول محمضا بحامض الكلوروديك المخفف فانه يتكون فى الحال بتمرير الغاز راسب أصفر من كبريتور الزرنيخوز ر$_{٢}$ كب$_{٣}$ ، أما اذا لم يكن المحلول محمضا فانه يتكون هذا الكبريتور فعلا بدليل أصفرار المحلول ، ولكنه لا يرسب اذ يكون فى حالة غروية ، ويمكن تحويله الى راسب باضافة الحمض . يذوب كبريتور الزرنيخوز فى كبريتور الامونيوم الاصفر أو العديم اللون كما يذوب هذا الكبريتور أيضا فى الصودا الكاوية وفى النوشادر وفى كربونات الامونيوم ويلاحظ أن هذه المركبات الثلاثة الاخيرة مرتبة على حسب قدرتها على اذابة الكبريتور

ر$_{٢}$ كب$_{٣}$ + ٣ (زيد$_{٤}$)$_{٢}$ كب = ٢ (زيد$_{٤}$)$_{٣}$ ركب$_{٣}$ (١)

ر$_{٢}$ كب$_{٣}$ + ٣ (زيد$_{٤}$)$_{٢}$ كب ٢ كب = ٢ (زيد$_{٤}$)$_{٣}$ ركب$_{٤}$ (٢)

ر$_{٢}$ كب$_{٣}$ + ٦ ص ايد = ص$_{٣}$ را$_{٣}$ + ص$_{٣}$ ركب$_{٣}$ + ٣ يد$_{٢}$ ا (٣)

حيث يتكون حسب المعادلة (١) ثيوزرنيخيت وحسب المعادلة (٢) ثيوزرنيخات وحسب المعادلة (٣) زرنيخيت وثيوزرنيخيت

معادلات ايدرات النوشادر وكربونات النوشادر تشبه المعادلة الاخيرة للصودا الكاوية اذ أن الايون الفعال فى الجميع هو ايد

ويمكن ترسيب كبريتور الزرنيخ من المحاليل الناتجة ثانيا باضافة حامض مخفف :ـ

٢ (زيد$_{٤}$)$_{٣}$ ركب$_{٣}$ + ٦ يد كل = ٦ زيد$_{٤}$ كل + ٣ يد$_{٢}$ كب + ر$_{٢}$ كب$_{٣}$

ص$_{٣}$ را$_{٣}$ + ص$_{٣}$ ركب$_{٣}$ + ٦ يد كل = ٦ ص كل + ٣ يد$_{٢}$ ا + ر$_{٢}$ كب$_{٣}$.

ويكون الترسيب تاما اذا مرر غاز كبريتور الايدروجين فى المحلول المحمض ،

خصوصا اذا كانت الاذابة فى الصودا الكاوية . لايذوب راسب الكبريتور فى حامض الكلوروردريك المركز ويتميز بذلك عن كبريتور القصدير

اختبار الزرنيخيك: تجرى الاختبارات الآتية على محلول من زرنيخات الصوديوم أو حامض الزرنيخيك

١ ــ كبريتور الايدروجين : اذا كان المحلول يحتوى على حمض كلوروذريك مركز وكان ساخنا فانه يتكون كبريتور الزرنيخيك ر$_{٢}$كب$_{٥}$ ، أما اذا كان محتويا على حمض مخفف كما هو المعتاد عند تمرير كبريتور الايدروجين فى فصل المجموعة الثانية فانه لا يتكون الراسب ر$_{٢}$كب$_{٥}$ ، بل يختزل أولا الزرنيخيك الى زرنيخوز فيتكون ر$_{٢}$ كب$_{٣}$ وينفصل فى هذه العملية كبريت وتحتاج لوقت طويل اذا كان المحلول باردا وتنتهى بسرعة كلما كان المحلول ساخنا وكانت درجة تركيز الحمض كبيرة

لذلك يحسن اذا ثبت وجود الزرنيخيك فى المحلول المراد اختباره أن يختزل هذا أولا باضافة حامض الكبريتوز مثلا والتسخين ، لتتم عملية الاختزال بسرعة ولطرد حامض الكبريتور الزائد ، لان هذا نفسه اذا وجد بالمحلول يتفاعل مع كبريتور الايدروجين مكونا كبريت حسب المعادلة : —

يد$_{٢}$ كب ا$_{٣}$ + ٢ يد$_{٢}$ كب = ٣ كب + ٣ يد$_{٢}$ ا

ملحوظة ١ : اذا وجد بالمحلول المختبر رصاص أو باريوم فانه يتكون من عملية الاختزال المذكورة كبريتات هذه الكاتيونات العسرة الذوبان . لذلك تستعمل فى هذه الحالة مواد مختزلة أخرى غير حامض الكبريتوز

يذوب كبريتور الزرنيخيك فى كبريتور الامونيوم وفى الصودا الكاوية وفى النوشادر وفى كربونات الامونيوم والمعادلات تشبه معادلات كبريتور الزرنيخوز السابقة. فقط يتكون هنا ثيوزرنيخات وزرنيخات

ملحوظة ٢ : يذوب الكبريتور أيضا فى حمض الازوتيك المركز حيث يتكون حمض الزرنيخيك والكبريتيك . ويمكن اثبات ذلك بالتجربتين الآتيتين : —

٢ ـ مولبدات الامونيوم : يتكون راسب أصفر مع الزرنيخات يشبه راسب الفوسفات في اللون ولـكنه يحتاج الى التسخين الشديد لتكوينه

٣ ـ مزيج المغنيسيا (كلورور المغنيسيوم وكلورور الامونيوم وايدرات الامونيوم) يكون راسبا متبلورا أيضا يشبه راسب الفوسفات من حيث التركيب أيضا . هذا الاختبار حساس

ملحوظة هامة : لا يذوب راسب الـكبريتور سواء ر٢كب٣ أو ر٢كب٥ فى حامض الـكلورودريك المركز ولـكنه يذوب فى كربونات الامونيوم ، ويتميز بذلك عن كبريتور القصدير الذى يذوب فى حامض الـكلورودريك المركز ولا يذوب فى كربونات الامونيوم

القصدير ق Sn

يكون القصدير في مركباته أما ثنائى أو رباعى التـكافؤ

اختبارات القصديروز : تجرى الاختبارات الآتية على محلول من كلورور القصديروز

١ ـ كبريتور الايدروجين : يكون مع أملاح القصديروز راسبا أسمرا من كبريتور القصديروز ق كب يذوب فى كبريتور الامونيوم الاصفر ولا يذوب فى العديم اللون . يذوب أيضا فى الصودا الـكاوية المخففة ويشبه فى ذلك كبريتور الزرنيخ ولـكنه لا يذوب فى كربونات الامونيوم ، ويتميز بذلك عن كبريتور الزرنيخ ، كما يذوب فى حامض الـكلورودريك المركز ، ويتميز بذلك أيضاً عن الزرنيخ ، حيث يتكون كلورور القصديروز

٢ ـ كلورور الزئبقيك يتفاعل مع املاح القصديروز مكونا كلورور زئبقوز أو زئبق منفرد وذلك على حسب كمية الزئبقوز الموجودة فى المحلول

٢ ـــے¨ + ق ¨ + ٢ كلَ = ٢ ـــے كل + ق ····

ق ¨ + ٢ ـــے كل = ٢ ـــے + ق ···· + ٢ كلَ

اختبارات القصديريك : تجرى الاختبارات الآتية على محلول من كلورور القصديريك

١ ـ كبريتور الايدروجين: يكون راسبا اصفرا من كبريتور القصديريك ق كب ٢ يذوب في كبريتور الامونيوم الاصفر أو العديم اللون وفي الصودا الكاوية ويمكن ترسيبه من المحلول الناتج باضافة حامض مخفف. كما يذوب الكبريتور في حامض الكلورودريك المركز مكونا كلورور القصديريك

٢ ـ برادة الحديد: تختزل أملاح القصديريك في محلول حامضي الى قصديروز وهذا يمكن اثباته بواسطة كلورور الزئبقيك كما تقدم . لاجراء التجربة عمليا يسخن المحلول الحامضي المحتوى على قصديريك بكمية وافرة من برادة الحديد تسخينا هينا حتى لا يتطاير كلورور القصديريك المتكون ثم يرشح من البرادة الزائدة ويختبر في المترشح بكلورور الزئبقيك للقصديروز

فصل المجموعة الثانية

(ســ ، س ، نح ، ر ، ق)

خذ مترشح الفصيلة السابقة (فصيلة يد كل) أو محلول المادة الخالي منها وحمض هذا بحيث يوجد ٢٠ ــ ٣٠ سم ٣ حمض يد كل مخفف في كل ١٠٠ سم ٣ من المحلول الذي يجب أيضا أن يكون خاليا من مواد مؤكسدة بقدر الامكان ، سخن هذا المحلول الحامضي على درجة ٦٠ ــ ٧٠ ° تقريبا ثم مرر غاز يد ٢ كب بحيث يمكن عد فقاعات الغاز حتي يتشبع المحلول بالغاز. بعد نحو ٥ دقائق من تمرير الغاز رشح قليلا من المحلول في أنبوبة أختبار وخففه كثيرا بماء بارد ثم مرر فيه يد ٢ كب ، فان تكون راسب فخفف المحلول كله بالماء البارد ثم مرر يد ٢ كب من جديد في درجة حرارة عادية حتى يتشبع به ورشح . احتفظ بالمترشح الذى يجب أن يكون خاليا من المجموعة الثانية تماما لاختبار المجموعات التالية واختبر الراسب للمجموعة الثانية بقسميها

إذا وجد فى المحلول زرنيخ خماسى التكافؤ فيحسن أن يختزل أولا كما سبق ذكره، أو تذاب المادة فى حمض يدكل مركز ويمرر يد٢كب فيه مباشرة ليرسب ر٢كب٥ دون أن يتكون كبريت ثم يخفف بالماء كثيرا ويمرر يد٢كب من جديد لاتمام ترسيب باقى كاتيونات المجموعة ويرشح الراسب المتكون

لاختبار الراسب اتبع الخطوات الآتية :-

أغسل الراسب بماء يحتوى على قليل من يد٢كب ثم انقله الى جفنة وأضف اليه ١٠ — ١٥ سم^{3} من محلول الصودا الكاوية بعد تخفيفه بمثل حجمه بالماء وسخنه هينا جداً ثم رشح (احتفظ بالمترشح لاختبار الزرنيخ والقصدير أى قسم ب من المجموعة أما المتبقى فيحتوى على قسم ا)

قسم ا

أغسل المتبقى بالماء ثم أنقله الى جفنة وأضف اليه ١٠ — ٢٠ سم^{3} حمض أزوتيك مخفف وسخنه للغليان ثلاث دقائق ثم رشح

الرصاص : أضف الى المترشح الاخير يد٢كب ا٤ مخفف فان تكون راسب أبيض دل ذلك على وجود رصاص . أجر تجربة اثباتية للرصاص وذلك بترشيح الراسب واذابته فى مخلوط من خلات الامونيوم وايدرات الامونيوم. واضافة كرومات البوتاسيوم للمذاب يتكون راسب أصفر

النحاس : رشح راسب كبريتات الرصاص وأضف الى المترشح أيدرات نوشادر بوفرة فان تلون المحلول باللون الازرق الغامق دل ذلك على وجود نحاس . أجر تجربة اثباتية للنحاس وذلك بتحميض المحلول الاخير حتى يضيع اللون الازرق ثم اضافة سيانور البوتاسيوم والحديدوز يتكون راسب شكولاتى أو لون أسمر

الزئبق : المتبقى من الاذابة فى حمض الازوتيك عبارة عن كبريتور الزئبقيك وهذا أسود ويكون فى الغالب مختلطا بكبريت اسفنجى . لا ختبار الزئبق فى هذا الراسب يذاب فى الماء الملكى (٣ سم^{3} يد كل مركز + ١ سم^{3} يدزا٣ مركز) فى جفنة ويبخر

لقرب الجفاف ثم يخفف بالماء ويرشح عند الضرورة ويضاف للمترشح الرائق كلورور القصديروز ، فان تكون راسب أبيض يسود بزيادة القصـديروز دل ذلك على وجود زئبق

قسم ب

المذاب في الصودا الكاوية يحتوى على زرنيخ وقصدير . أضف اليه حامض كبريتيك مخفف حتى يصير المحلول حامضيا يرسب راسب الكبريتورات ، ويمكن تمرير يد$_2$ كب بعد اضافة الحامض لجعل الترسيب تاما

الزرنيخ : أذب الراسب بعد غسله مرة بالماء فى كربونات الامونيوم أو فى مخلوط من جزئين متساويين من كلورور الامونيوم وايدرات الامنيوم ورشح، المترشح يحتوى على الزرنيخ فقط ويمكن اثباته بتحميض المحلول بحمض مخفف حيث يتكون راسب أصفر من كبريتور الزرنيخ . كما يمكن اجراء تجربة اثباتية على هذا الراسب باذابته فى حامض الازوتيك المركز بالتسخين ثم اضافة مولبدات الامونيوم والتسخين الشديد يتكون راسب أصفر يشبه راسب الفوسفات والمولبدات

القصدير : أما الراسب المتبقى فهو عبارة عن كبريتور القصـدير ويمكن اذابته فى حامض الكلورودريك المركز والتسخين لطرد كثرة يدكل ثم التخفيف بقليل من الماء واضافة برادة حديد والتسخين هينا والترشيح . المترشح يحتوى على قصديروز ويمكن اثباته بكلورور زئبقيك حيث يتكون راسب أبيض من كلورور الزئبقوز أورمادى من الزئبق وذلك على حسب كمية القصديروز

ملحوظة ١ : يمكن اذابة الراسب فى حمض الكلورودريك المركز أولا ثم اذابة المتخلف فى كربونات الامونيوم ويختبر إذا للقصدير فى مذاب حمض الكلورودريك وللزرنيخ فى مذاب كربونات الامونيوم

ملحوظة ٢ : اذا ذاب راسب قسم ب كله فى كربونات أمونيوم دل ذلك على وجود زرنيخ فقط وإذا ذاب كله فى يدكل المركز دل ذلك على وجود قصدير فقط

المجموعة الثالثة

الالومنيوم لو Al

تجرى الاختبارات الآتية على محلول من كبريتات الالومنيوم أوشب البوتاسيوم بو لو (كب ا$_{٤}$)$_{٢}$ ١٢ يد$_{٢}$ ا

١ — كبريتور الامونيوم: يتكون راسب أبيض هلامى من ايدرات الالومنيوم حيث أن كبريتور الالومنيوم الذى كان يجب أن يتكون غير ثابت لانه يتحلل مائيا

لو$_{٢}$(كب ا$_{٤}$)$_{٣}$ + ٣ (زيد$_{٤}$)$_{٢}$ كب = لو$_{٢}$ كب$_{٣}$ + ٣ (زيد$_{٤}$)$_{٢}$ كب ا$_{٤}$

لو$_{٢}$ كب$_{٣}$ + ٦ يد$_{٢}$ ا = ٢ لو (ايد)$_{٣}$ + ٣ يد$_{٢}$ كب

٢ — ايدرات الامونيوم: يتكون راسب أبيض هلامى من ايدرات الالومنيوم لو (ايد)$_{٣}$ لايذوب فى زيادة النوشادر ولكنه يذوب فى الاحماض المعدنية المخففة

٣ — الصودا الكاوية: يتكون راسب أبيض هلامى من ايدرات الالومنيوم يذوب بزيادة الصودا الكاوية مكونا ألومينات الصوديوم ويتميز بذلك عن الحديد كما يذوب فى الاحماض مكونا املاح الالومنيوم

لو (ايد)$_{٣}$ + ص ايد = ص لو ا$_{٢}$ + ٢ يد$_{٢}$ ا

او

لو (ايد)$_{٣}$ + ٣ ص ايد = ص$_{٣}$ لو ا$_{٣}$ + ٣ يد$_{٢}$ ا

ملحوظة: حامض الطرطريك والليمونيك والسكر وبعض المركبات الاخرى المحتوية على الايدروكسيد تمنع ترسيب ايدرات الالومنيوم بواسطة كبريتور الامونيوم والنوشادر والصودا الكاوية حيث أن الالومنيوم يكون أملاح مركبة (Complex salts) قابلة للذوبان. من أجل هذا يجب التخلص من هذه المواد العضوية بالحرق أو باضافة حامض كبريتيك مركز للمادة الجافة والتسخين حتى يمكن الاختبار للالومنيوم باحدى هذه التجارب

٤ — خلات الامونيوم : لا يتكون راسب فى المحاليل المتعادلة من أملاح الالومنيوم اذا كانت درجة الحرارة عادية ، ولـكن اذا غلى المحلول فانه يتكون راسب هلامى أبيض من خلات الالومنيوم القاعدية ، واذا برد المحلول فان الراسب يذوب ، وذلك لان خلات الالومنيوم المتعادلة قابلة للذوبان فى الماء ولـكنها بالتسخين تتحلل مائيا فتتحول الى خلات قاعدية وهذه عسرة الذوبان . ومن أجل هذا ايضا فان التخفيف يعمل على تمام تـكوين الراسب فى المحلول الساخن . هذا الاختبار يتميز به الالومنيوم والحديد عن المنجنيز والخارصين

لو$_{٢}$ (كب ا$_{٤}$)$_{٣}$ + ٦ ك يد$_{٣}$ ك ا ا ص = ٢ لو (ك يد$_{٣}$ ك ا ا)$_{٣}$ + ٣ ص$_{٢}$ كب ا$_{٤}$

لو (ك يد$_{٣}$ ك ا ا)$_{٣}$ + ٢ يد$_{٢}$ ا = لو (ا يد)$_{٢}$ ك يد$_{٣}$ ك ا ا + ٢ ك يد$_{٣}$ ك ا ا يد

٥ — فوسفات الصوديوم : يتـكون راسب أبيض هلامى من فوسفات الالومنيوم لو فو ا$_{٤}$ لايذوب فى حمض الخليك ولـكنه يذوب فى الاحماض المعدنية المخففة وكذا فى الصودا الـكاوية

٦ — أزوتات الـكوبلت : أغمس ورقة ترشيح فى محلول من كبريتات الالومنيوم أو خذ ورقة ترشيح محتوية على راسب ايدرات الالومنيوم وأضف لها عدة نقط من محلول مخفف جدا من أزوتات الـكوبلت . بعد ذلك ضع الورقة على سلك البلاتين واحرقها تماما ، يتـكون رماد أزرق غير قابل للانصهار (Thenard's Blue) . ويمكن اجراء الاختبار كما يأتى : أذب راسب ايدرات الالومنيوم فى نحو ١ — ٢ سم^{٣} يدزام مخفف ثم بخر المذاب فى بودقة صينية صغيرة للجفاف واضف بضع نقط من محلول أزوتات الـكوبلت المخفف جداً ثم جفف ثانيا وأحرق جيدا يتـكون اللون الازرق . يتميز الالومنيوم بهذا اللون عن الخارصين الذى يعطى بنفس المعاملة مادة خضراء كما سيأتى بعد

الحديد ح Fe

يكون الحديد فى مركباته أما ثنائى أو ثلاثى التكافؤ

اختبارات الحديدوز : تجرى الاختبارات على محلول من كبريتات الحديدوز والامونيوم : ح (زيد ٤) ٢ (كب ا ٤) ٢ ٦ يد ٢ ا

١ — كبريتور الامونيوم : يتكون راسب أسود من كبريتور الحديد ح كب يذوب فى الاحماض المعدنية . اذا ترك مدة معرضا للهواء وكان مبتلا فانه يتحول بسرعة إلى ايدرات حديديك حيث يتأكسد

٢ ح كب + ٣ ا + ٣ يد ٢ ا = ٢ ح (ايد)٣ + ٢ كب

٢ — النوشادر : اذا كان المحلول خاليا من الهواء وكان به أملاح أمونيوم فانه لا يتكون راسب ويشبه فى ذلك أملاح المنجنيز والمغنيسيوم ، أما اذا لم يكن بالمحلول أملاح أمونيوم فانه يتكون راسب أبيض يخضر فى الحال ثم يسود ثم يصير أسمرا محمرا وذلك تحت تأثير أكسيجين الهواء حيث يتكون فى النهاية ح (ايد) ٣

٣ — سيانور البوتاسيوم والحديديك: يتكون راسب أزرق (Turnbull's Blue) عسر الذوبان فى الاحماض ولكنه يتحلل بالصودا الكاوية. هذا الاختبار حساس ومميز للحديدوز

٤ — سيانور البوتاسيوم والحديدوز : يتكون راسب أبيض ولكنه يخضر ثم يزرق بسرعة

اختبارات الحديديك : تجرى الاختبارات الآتية على محلول من كلورور الحديديك

١ — كبريتور الامنيوم : يتكون راسب أسود من كبريتور الحديديك ح ٢ كب ٣. يتحول هذا الراسب الى ايدرات حديديك وكبريتور ايدروجين بغليانه فى الماء

٢ — النوشادر : يتكون راسب أسمر محمر من ايدرات الحديديك يذوب فى

الاحماض ولا يذوب فى الصودا الكاوية ويتميز بعدم اذابته فى الصودا الكاوية عن زيدرات الالومنيوم

٣ — الصودا الكاوية : يتكون راسب أسمر محمر لا يذوب بزيادة الصودا الكاوية بخلاف الالومنيوم

٤ — خلات الامونيوم : يتكون فى المحلول المتعادل اذا كانت درجة حرارته عادية لون أحمر غامق لتكوين ملح مركب من خلات وكلورور الحديديك. (هذا اللون الاحمر هو الذى يظهر فى عملية فصل الفوسفات عندما يزيد كلورور الحديديك الذى يضاف المحلول المحتوى على فوسفات والذى أضيف اليه خلات أمونيوم). هذا المركب الاحمر يتحلل مائيا بالغليان حيث يتكون خلات حديد قاعدية ح (ايد)$_2$ ك يدم ك ا. يذوب الراسب بمجرد التبريد ويشبه فى ذلك الالومنيوم وكلاهما يختلف عن الخارصين والمنجنيز فى ذلك

٥ — سيانور البوتاسيوم والحديدوز : يتكون راسب أزرق Prussian Blue لا يذوب فى الاحماض المخففة . هذا الاختبار مميز لاملاح الحديديك وهو حساس جداً

٦ — سيانور البوتاسيوم والحديديك : لا يتكون أى راسب. يتكون فقط لون أسمر غامق

٧ — ثيوسيانات البوتاسيوم : يتكون باضافته لاملاح الحديديك لون أحمر دموى، ويتميز بذلك عن أملاح الحديدوز. هذا الاختبار حساس جدا ويستعمل لاختبار آثار الحديديك . غير أن أملاح الزئبقيك تمنع تكوين اللون كما أن حامض الازوتيك المركز يعطى لونا مشابها ولكنه يزول بسرعة

٨ — فوسفات الصوديوم : يتكون راسب أبيض مصفر من فوسفات الحديديك ح فو ا$_4$ عسر الذوبان فى حمض الخليك ولكنه يذوب فى الاحماض المعدنية . ويبنى على هذا الاختبار طريقة فصل الفوسفات باضافة كلورور الحديديك الى المحلول المحتوى على فوسفات، وذلك بعد أضافة خلات أمونيوم كما سيأتى بعد التفصيل

المنجنيز من Mn

المنجنيز أما ثنائي أو ثلاثي أو رباعي أو سداسي أو سباعي التكافؤ ولكنه في مركباته المشهورة أما ثنائي أو رباعي أو سباعي التكافؤ

اختبارات المنجنيز الثنائي التكافؤ: تجرى الاختبارات الاتية على محلول من كبريتات المنجنيز

١ — كبريتور الامونيوم أو تمرير يد٢كب في محلول نوشادرى : يتكون راسب أحمر جلدى من كبريتور المنجنيز من كب يذوب في الاحماض المعدنية المخففة وفي حامض الخليك أيضا

٢ — الصودا الكاوية : يتكون راسب أبيض من ايدرات المنجنيز من(ايد) ٢ ولكنه يسمر بسرعة لتعرضه للهواء حيث يتأكسد

٣ — ايدرات النوشادر : اذا وجدت املاح أمنيوم في المحلول فانه لايتكون أى راسب ، أما اذا لم توجد فانه يتكون بعد مدة راسب من أيدروكسيد المنجنيز من ا (ا يد) ٢ لذلك اذا أريد عدم تكوين هذا الراسب فانه يضاف للمحلول مادة مختزلة

٤ — بعض المواد المؤكسدة تحول المنجنيز من ثنائي التكافؤ الى سباعي التكافؤ حيث تتكون البرمنجنات مثال ذلك حامض الازوتيك المركز مع ثاني أكسيد الرصاص ر ا٢ . يجرى الاختبار هكذا : يضاف الى المادة المراد اختبار المنجنيز فيها قليل من ثاني أكسيد الرصاص ثم حامض أزوتيك مركز ويسخن المزيج للغليان في أنبوبة أختبار ثم يخفف بالماء ويترك فيظهر السائل بنفسجيا. هذا الاختبار مميز للمنجنيز

للتأكد من خلو ثاني أكسيد الرصاص من آثار المنجنيز تعمل تجربة مقارنة على ثاني أكسيد الرصاص وحده مع حامض الازوتيك المركز ويلاحظ أن وجود كمية كبيرة من الكلورورات يعوق هذا الاختبار

اختبار البرمنجنات . المواد المختزلة تختزل البرمنجنات الى أملاح منجنيز ثنائي

التكافؤ أو رباعى التكافؤ على حسب ما اذا كان الاختزال يحصل فى محلول حمضى أو فى محلول قلوى . المركبات الآتية تختزل الى منجنيز ثنائى التكافؤ فى محلول حامضى وهى يد ٢ كب ، يد ٢ كب ا ٣ ، يد كل مركز ، يد ٢ ك ٢ ا ٤ ، ح كب ا ٤ ، يد ٢ ا ٢

ويلاحظ أنه عند الاختزال بكبريتور الايدروجين يكون كبريت ولذلك اذا أريد تحليل مادة تحتوى على برمنجنات فانها تختزل أولا بمادة مناسبة مثل يد ٢ ا ٢ ، وطرد الزائد منه بالتسخين ، أو يد كل حتى لا يتكون كبريت عند تمرير يد ٢ كب فى المحلول

الخارصين (الزنك) ح Zn

تجرى الاختبارات الآتية على محلول من كبريتات الخارصين

١ — كبريتور الامونيوم أو تمرير يد ٢ كب فى المحلول النوشادرى : يتكون راسب أبيض من كبريتور الخارصين خ كب . عسر الذوبان فى حامض الخليك بعكس كبريتور المنجنيز الذى يذوب فيه ولكنه يذوب فى الاحماض المعدنية مثل يد كل

٢ — يد ٢ كب : يمكن ترسيب الخارصين تماما اذا مرر يد ٢ كب فى المحلول وكان هذا يحتوى على خلات أمونيوم حيث يتكون بدل الحمض المتكون حمض خليك

يد ٢ كب + خ كب ا ٤ = خ كب + يد ٢ كب ا ٤

يد ٢ كب ا ٤ + ٢ ك يد ٣ ك ا ا زيد ٤ = (زيد ٤) ٢ كب ا ٤ + ٢ ك يد ٣ ك ا ا يد

حتى اذا كان المحلول يحتوى على كمية قليلة من حمض قوى فانه يمكن ترسيب الخارصين بتمرير يد ٢ كب اذا أضيفت خلات الامونيوم بكمية وافرة للمحلول

٣ — الصودا الكاوية : يتكون راسب أبيض يذوب بزيادة الصودا الكاوية حيث يتكون خارصينات الصوديوم ص ٢ خ ا ٢ ويشبه فى ذلك الالومنيوم

٤ — ايدرات النوشادر : فى حالة عدم وجود املاح امونيوم في المحلول فانه يتكون راسب أبيض يذوب فى زيادة منه حيث يتكون كاتيون الخارصين النوشادرى [خ (زيد ٣) ٤] ٠٠ ، أما اذا وجدت املاح الامونيوم فانه لا يتكون راسب بالمرة

٥ — سيانور البوتاسيوم والحديدوز : يتكون راسب أبيض لايذوب فى الاحماض المعدنية ولا فى حامض الخليك . هذا الاختبار حساس.

٦— ازوتات الكلوبلت : بلل ورقة الترشيح بمحلول كبريتات الخارصين أو خذ ورقة ترشيح عليها راسب من رواسب الخارصين وبللها بمحلول مخفف جدا من أزوتات الكوبلت (عدة نقط فقط) واحرقها فى اللهب على سلك البلاتين تتكون مادة خضراء غير قابلة للانصهار (Rinmann's Green) . هذا اللون مميز للخارصين . ويمكن اجراء الاختبار أيضا هكذا : أذب الراسب على ورقة الترشيح فى ١ — ٢ سم٣ حامض أزوتيك مخفف وبخر المذاب فى بودقة صينية صغيرة للجفاف ، ثم أضف بضع نقط فقط من محلول أزوتات الكوبلت المخفف جدا وجفف ثانيا وأحرق جيدا يتكون اللون الاخضر

فصل المجموعة الثالثة

فى حالة عدم وجود فوسفات

الفكرة الاساسية هى أن نتخلص أولا من الاكسالات اذا ثبت وجودها فى أختبار مستخرج كربونات الصوديوم ، وذلك بتبخير مترشح المجموعة الثانية للجفاف وحرق المتبقى ثم معاملته بحامض كلورودريك مخفف مع التسخين والترشيح عند اللزوم واهمال الغير ذائب ، ثم نفصل هذه المجموعة على صورة ايدروكسيد (طريقة ا) أو على صورة خلات قاعدية عسرة الذوبان في الماء (طريقة ب) من المجموعات التالية

طريقة ا : الترسيب بايدرات الامونيوم بوجود كمية وافرة من كلورور الامونيوم

اغسل مترشح المجموعة الثانية (مجموعة كبريتور الايدروجين) مدة من الزمن لطرد كبريتور الايدروجين ثم اختبر فى جزء منه بعد تبريده للحديدوز باضافة سيانور البوتاسيوم والحديديك فان تكون راسب أزرق دلالة على وجود الحديدوز فاضف الى المترشح المذكور حوالى ٢ سم٣ من ماء البروم أو ١ سم٣ حامض أزوتيك مركز

ليتأكسد الحديدوز الى حديديك (اذا لم تجد الحديدوز فلا داعى بالطبع لهذه الاضافة) . تأكد من تمام تأكسد الحديدوز الى حديديك باختبار جزء من المحلول بعد تبريده كما سبق ، وعند ذلك اغل المحلول مدة للتخلص من البروم الزائد ، فى حالة استعماله . تخلص الآن من الاكسالات اذا وجدت كما سبق ، ثم أضف للمحلول كلورور امونيوم وأغل وأضف (والمحلول يغلى) ايدرات أمونيوم باحتراس حتى تشم رائحته فى المحلول أى بكمية تكفى لتمام ترسيب الالومنيوم والحديد وزيادة طفيفة ثم رشح فى الحال والمحلول يغلى . الراسب عبارة عن ايدروكسيد الالومنيوم والحديد والمترشح يحتوى على الخارصين والمنجنيز وكاتيونات المجموعتين الخامسة والسادسة

هذا ويراعى أنه اذا لم تتبع هذه التعليمات بكل دقة فان جزءا من المنجنيز أو معظمه يرسب مع الالومنيوم والحديد ، وعند ذلك يهرب من المجموعة الرابعة فلا يوجد فيها حيث يراد أختباره

طريقة ب : الترسيب بخلات الامونيوم

أختبر للحديدوز وأكسده كما في طريقة ا بماء البروم أو بحامض الأزوتيك المركز . بعد ذلك أضف الى المحلول أيدرات امونيوم قليلا قليلا حتى تتكون عكارة لاتذوب بالرج . أذب هذه العكارة في أقل كمية ممكنة من حامض الكلورودريك المخفف ثم أضف نحو ١٠ سم^{٣} خلات أمونيوم وخفف المحلول الى أن يصير حجمه نحو ١٢٠ سم^{٣} واغل عدة دقائق ورشح فى الحال والمحلول يغلى . أغسل الراسب بماء مقطر يغلى . الراسب عبارة عن خلات الالومنيوم والحديديك القاعدية والمترشح يحتوى على الخارصين والمنجنيز وكاتيونات المجموعتين الخامسة والسادسة

هذا ويراعى أنه اذا لم تتبع هذه التعليمات بكل دقة فان مترشح الالومنيوم والحديد قد يحتوى ولو على قليل منهما . وفى هذه الحالة يجب التخلص منهما باضافة ايدرات النوشادر والتسخين والترشيح قبل الاختبار للخارصين والمنجنيز والمجموعتين الخامسة والسادسة

الالومنيوم : عامل الراسب المتكون فى ا أو ب على ورقة ترشيح بصودا كاوية قوية ساخنة. أغسل المتبقى على الورقة . المترشح المذاب يحتوى على الومينات الصوديوم . أضف اليه كمية وافرة من كلورور الامونيوم المشبع أو فى هيئة جسم صلب حتى التشبع ورج المحلول وسخنه يتكون راسب هلامى أبيض يكاد يكون شفافا من ايدرات الالومنيوم . أو عادل المذاب المذكور بحامض الكبريتيك المخفف يتكون الراسب الهلامى ولكنه يذوب بزيادة الحمض ويمكن ترسيبه من جديد باضافة النوشادر والتسخين

هذا ويمكن اظهار راسب الالومنيوم باضافة عدة نقط من محلول عباد الشمس قبل الترسيب بواسطة كلورور الامونيوم أو ايدرات الامونيوم ، اذ يظهر الراسب الهلامى ازرقا لامتصاصه العباد ، كما يمكن استعمال أحمر الكونجو بدلا من عباد الشمس ، وفى هذه الحالة يتلون الراسب باللون الأحمر . أجر تجربة اثباتية للالومنيوم بازوتات الكوبلت صفحة ٢٥

الحديد : المتبقى بعد اضافة الصودا الكاوية لونه احمر مسمر اذا وجد الحديد الذى سبق اختباره وللتأكد من وجوده ـ لا سيا اذا كانت كميته قليلة ـ يذاب فى أقل كمية من حمض الكلوروديك المخفف ويختبر فى المذاب بسيانور البوتاسيوم والحديدوز فان تكون راسب أزرق دل ذلك على وجود الحديد

فصل المجموعة الرابعة

سخن مترشح المجموعة الثالثة الناتج من طريقة ا او ب على حد سواء ، ثم أضف نوشادر حتي تشم رائحته بوضوح ثم مرر تيارا بطيئا من غاز كبريتور الايدروجين حتى التشبع . أضف نوشادر اثناء التمرير . رشح . الراسب يحتوى على الخارصين والمنجنيز والمترشح يحتوى على المجموعتين الخامسة والسادسة

الخارصين : عامل الراسب على ورقة الترشيح بنحو ١٠ سم^3 حامض خليك ساخن

المتبقى عبارة عن كبريتور خارصين ويجب أن يكون أبيضا ان كان العمل دقيقا والمذاب يحتوى على المنجنيز. اذب المتبقى فى أقل كمية ممكنة (١ — ٣ سم^{٣}) حامض أزوتيك مخفف وأجر على جزء من المحاول الناتج تجربة اثباتية بازوتات الكوبلت (صفحة ٣٠) فان تكون جسم أخضر غير منصهر دل ذلك علي وجود الخارصين. أضف الى الجزء الآخر سيانور البوتاسيوم والحديدوز يتكون راسب أبيض

المنجنيز : أضف الى جزء من مذاب حامض الخليك نوشادر حتى تشم رائحته ثم مرر كبريتور الايدروجين فان تكون راسب احمر لحمى دل ذلك على وجود المنجنيز

أضف للجزء الآخر صودا كاوية فان تكون راسب أبيض يسمر بسرعة دل ذلك أيضا على وجود المنجنيز

ويمكن اجراء تجربة اثباتية على أى الراسبين المذكورين بثانى أكسيد الرصاص وحامض الازوتيك المركز كما فى اختبار ٤ صفحة ٢٨ يتكون لون بنفسجى

طريقة اخرى لفصل المجموعة الرابعة

الخارصين : خذ مترشح الالومنيوم والحديد بعد فصلهما على صورة ايدروكسيد أوخلات قاعدية وحمضه بالخليك وسخنه ومرر فيه كبريتور الايدروجين. فان تكون راسب أبيض دل ذلك على وجود الخارصين. رشح الراسب المتكون واجر عليه تجربة اثباتية بازوتات الكوبلت أو بسيانور البوتاسيوم والحديدوز كما سبق. أختبر فى المترشح المنجنيز

المنجنيز : أضف الى هذا المترشح الاخير الخالى من الخارصين ايدرات أمونيوم حتى يصير نوشادريا ومرر كبريتور الايدروجين فان تكون راسب أحمر لحمى دل ذلك على وجود المنجنيز . رشح هذا الراسب وأجر عليه تجربة أثباتية بثانى أكسيد الرصاص وحامض الازوتيك المركز والتسخين والتخفيف بالماء كما فى أختبار ٤ صفحة ٢٨ يتكون لون بنفسجى . احتفظ بالمترشح لاختبار فصيلة كربونات الامونيوم وما يليها

فصل المجموعتين الثالثة والرابعة

في حالة وجود فوسفات

الفكرة الاساسية : هى أن نتلخص أولا من الا كسالات اذا وجدت كما سبق ذكره صفحة ٣٠ وذلك بتبخير المحلول للجفاف وحرق المتبقى ثم اذابة هذا المتبقى فى أقل كمية من حمض الكلورودريك المخفف الساخن وفصل الفوسفات من هذا المحلول

طريقة العمل : أغل مترشح المجموعة الثانية (مجموعة كبريتور الايدروجين) مدة من الزمن لطرد كبريتور الايدروجين ثم اختبر فى جزء مبرد منه للحديدوز فان وجدته فأكسده بنحو ١ سم٣ حامض أزوتيك مركز كما سبق (صفحة ٣٠) ثم خذ جزءا منه وتأكد من وجود الفوسفات باضافة موليبدات الامونيوم . بخر المحلول للجفا ـ اذا وجدت الا كسالات وأحرق المتبقى فى جفنة واذبه فى قليل من حمض الكلورودريك المخفف مع التسخين ورشح عند اللزوم . وأن لم توجد الا كسالات فلا لزوم بالطبع للتبخير للجفاف الخ . أضف عندئذ للمحلول ايدرات أمونيوم قليلا قليلا حتى تتكون عكارة لاتذوب بالرج . اذب هذه العكارة فى أقل كمية ممكنة من حمض الكلورودريك المخفف مع الاحتراس من زيادة الحمض ثم أضف نحو ٢٠ سم٣ خلات امونيوم — وهنا قد يرسب راسب أبيض أو أبيض مصفر وذلك في حالة وجود الومنيوم أو حديد أو هما معا — ثم نحو ١٠ سم٣ حامض خليك. عند ذلك أضف كلورور حديديك نقطة فنقطة حتى يتبدىء المحلول يتلون باللون الاحمر ويحصل ذلك بعد تمام ترسيب الفوسفات على صورة فوسفات الحديديك الابيض المصفر . خفف المحلول الى أن يصير حجمه نحو ١٢٠ سم٣ وأغل عدة دقائق ورشح فى الحال والمحلول يغلى . أغسل الراسب بماء يغلى واختبر فيه للالومنيوم فقط كما سبق فى طريقتى فصل المجموعة الثالثة . المترشح يحتوى على الخارصين والمنجنيز ويختبر لهما كما تقدم فى حالة عدم وجود فوسفات بطريقة فصل المجموعة الرابعة ، كما يحتوى على كاتيونات المجموعتين الخامسة والسادسة ويختبرلها كما سيأتى بعد(أنظر ملحوظة ٢٦١ صفحة ٤٩)

المجموعة الخامسة

الباريوم با Ba

تجرى الاختبارات الآتية على محلول من كلورور الباريوم

١ — كربونات الامونيوم : يتكون راسب أبيض من كربونات الباريوم باك ا٣ يذوب فى حمض الخليك والكلورودريك والازوتيك ولكن حامض الكبريتيك يحوله الى كبريتات باريوم غير قابلة للذوبان فى هذه الاحماض

٢ — حامض الكبريتيك المخفف والكبريتات القابلة للذوبان : يتكون راسب أبيض من كبريتات الباريوم لايذوب فى الاحماض . يحسن أن يكون المحلول ساخنا عند ترسيب كبريتات الباريوم لكى تكون حبيباته كبيرة ولا تمر من ورقة الترشيح اذا أريد ترشيح الراسب

٣ — كرومات البوتاسيوم : يتكون راسب أصفر من كرومات الباريوم با كرا٤ عسر الذوبان فى حمض الخليك ولكنه يذوب فى حمض الكلورودريك والازوتيك

٤ — بيكرومات البوتاسيوم : يتكون راسب أصفر من كرومات البوتاسيوم أيضا . الا أن الترسيب فى هذه الحالة لا يكون تاما الا اذا أضيف للمحلول ملح من أملاح حامض الخليك مثل خلات الامونيوم . علل ذلك !

٥ — أختبار اللهب : أملاح الباريوم القابلة للتطاير تعطى لهب بنزن الغيرمضىء لونا أخضرا مصفرا

ملحوظة : يتميز الباريوم عن الكالسيوم بان كبريتات الباريوم عسرة الذوبان جدا فى الماء وفى الاحماض بخلاف كبريتات الكالسيوم التى تذوب نوعا فى الماء (١ : ٥٠٠) وكذا بان كرومات الباريوم عسرة الذوبان فى حامض الخليك بخلاف كرومات الكالسيوم التى تذوب فيه

الـكالسيوم كا Ca

تجرى الاختبارات الاتية على محلول من كلورور الكالسيوم

١ — كربونات الامونيوم : يتكون راسب أبيض من كربونات الكالسيوم يشبه في خواصه راسب كربونات الباريوم

٢ — حامض الـكبريتيك والكبريتات الذائبة : لايتكون راسب الا اذا كانت المحاليل مشبعة

٣ — اكسالات الامونيوم : يتكون راسب أبيض متبلور من اكسالات الكالسيوم كا ك٢ ا٤ عسر الذوبان فى الماء وفى حامض الخليك ، ولكنه يذوب فى حامض الكلورودريك والازوتيك . يحسن أن يكون المحلول المحتوى على الـكالسيوم ساخنا وأيضا محلول اكسالات الامونيوم لـكى يتكون راسب اكسالات الكالسيوم بسهولة وعلى حالة متبلورة

٤ — اختبار اللهب : أملاح الـكالسيوم القابلة للتطاير تكسب لهب بنزن الغير مضىء لونا أحمرا طوبيا

فصل المجموعة الخامسة

خذ مترشح المجموعة الرابعة وبخره للجفاف لطرد أملاح الامونيوم الموجودة من الاضافات المتعددة أثناء التحليل ثم أذب المتخلف فى أقل كمية من حامض الكلورودريك ورشح عند اللزوم. أضف الى المحلول الرائق كلورور الامونيوم ثم ايدرات نوشادر حتى تشم رائحة النوشادر بوضوح ثم كربونات الامونيوم وسخن مدة من الزمن على درجة حرارة ٦٠° مئوية تقريبا ورشح بعد مدة . أختبر فى الراسب الـكالسيوم والباريوم ، وأحتفظ بالمترشح لاختبار المغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم

أذب الراسب على ورقة ترشيح فى أقل كمية ممكنة من حمض الخليك الساخن فيذوب كل من كربونات الـكالسيوم والباريوم

الباريوم : أضف الى المذاب كرومات البوتاسيوم فاذا تكون راسب أصفر من كرومات الباريوم دل ذلك على وجود الباريوم. أجر تجربة اثباتية باذابة الراسب فى حامض الكلوروردريك وأضافة حامض كبريتيك يتكون راسب أبيض . أو أجر أختبار اللهب على المذاب فى حامض الكلوروردريك يظهر لون أخضر مصفر

الكالسيوم : رشح راسب كرومات الباريوم وأختبر فى المترشح منه للكالسيوم باضافة محلول ساخن من اكسالات الامونيوم فان تكون راسب أبيض دل ذلك على وجود الكالسيوم . اجر تجربة اثباتية باذابة هذا الراسب فى يد كل واجراء اختبار اللهب يظهر لون أحمر طوبى (أنظر ملحوظة ٤ صفحة ٤٩)

المجموعة السادسة

المغنيسوم مغ Mg

تجرى الاختبارات الآتية على محلول من كلورور المغنيسيوم أو كبريتات المغنيسيوم

١ — فوسفات الامونيوم أو فوسفات الصوديوم : يتكون باضافة ايدرات نوشادر وكلورور نوشادر مع الفوسفات راسب ابيض متبلور من فوسفات المغنيسيوم والامونيوم مغ زيد ٤ فوا ٤ قد لايظهر الراسب الا بعد حك جدار الانبوبة بقضيب زجاجى . هذا الاختبار حساس . ويحسن اختبار الراسب بالمكروسكوب حيث تظهر بلورات متشعبة قد تكون على شكل الغصن

٢— ايدرات نوشادر : يتكون فى المحلول المتعادل راسب أبيض هلامى ولكن الترسيب لايكون تاما . واذا أضيف للمحلول أحد أملاح الامونيوم وليكن كلورور الامونيوم بكمية مناسبة فان الراسب لا يظهر بالمرة . علل ذلك !

٣ — اليزارين بوردو Alizarin - Bordeaux : يتكون راسب أو لون أزرق. هذا الكشاف يحضر باذابة ١٠ — ٣٠ ملليجرام فى ١٠٠ سم^{3} كحول ويضاف منه الى

المحلول المراد اختباره عدة نقط حتى يتكون لون أحمر خفيف فاذا كان المحلول حامضيا يضاف صودا كاوية نقطة فنقطة حتى يتحول اللون الاحمر الخفيف الى بنفسجي ثم يضاف بعد ذلك نحو ربع الى نصف حجم المحلول صودا كاوية فيتحول اللون البنفسجي في حالة وجود المغنيسيوم الى اللون الازرق النقى اذا كانت كمية المغنيسيوم فى المحلول قليلة جدا . أما اذا كانت متوسطة أو كبيرة فانه يتكون راسب أزرق نقى . التسخين يساعد على تكوين الراسب . هذا ويحسن عمل أختبار مقارنة بماء مقطر فقط بالطريقة المذكورة

البوتاسيوم بو K

تجرى الاختبارات الآتية على محلول من كلورور البوتاسيوم

١ — كوبلتى أزوتيت الصوديوم : يتكون راسب أصفر مبتلور عسر الذوبان فى الماء . إذا كان المحلول قلويا فيجب أن يعادل بحمض الخليك واذا كان حامضيا فبالصودا الكاوية أو أضعاف حموضة المحلول بخلات الصوديوم. هذا الاختبار حساس ولكن مع أملاح الامونيوم يتكون أيضا راسب أصفر مشابه لراسب البوتاسيوم وعليه يجب أن يكون المحلول المراد أختبار البوتاسيوم فيه خاليا من أملاح الامونيوم

٢ — اختبار اللهب : أملاح البوتاسيوم المتطايرة تكسب اللهب الغير مضىء لونا بنفسجيا يظهر خلال زجاجة الكوبلت قرمزيا . اذا وجد ولو قليل من املاح الصوديوم فان اللون البنفسجى لايظهر ولا بد من استعمال زجاجة حيث لونها الازرق يمتص لون الصوديوم الاصفر

الصوديوم ص Na

تجرى الاختبارات الآتية على محلول من كلورور الصوديوم

١ — بيروانتيمونات البوتاسيوم الحامضية بو ٢ يد ٢ ان ٢ ا ٧ : يتكون راسب أبيض متبلور اذا لم يكن المحلول مخففا جدا. ويجب الا يكون المحلول حامضيا بل يجب أن يكون متعادلا أو قلويا خفيفا جدا ، كما يجب ألا يكون به أملاح أمونيوم ولا أملاح مغنيسيوم

لانه فى جميع هذه الحالات يتكون راسب أبيض . فاذا كان حامضيا فيعادل بالبوتاسا الكاوية لابايدرات النوشادر . كما يجب أختبار الراسب بالميكروسكوب للتأكد من أنه متبلور

٢ — أختبار اللهب : أملاح الصوديوم تكسب اللهب الغير مضىء لونا أصفرا فاقعا . ولان آثار الصوديوم موجودة فى كل مكان فان اللهب يتلون عادة باللون الاصفر ولكن هذا اللون لايبقى الا مدة قصيرة جدا ، ولا يمكن الجزم بوجود املاح صوديوم الا اذا مكث لون اللهب الاصفر نصف دقيقة على الاقل

اختبار المجموعة السادسة

خذ مترشح المجموعة الخامسة الذى يحتوى على املاح امونيوم وبخره للجفاف وأحرق المتخلف هينا لطرد املاح الامونيوم مع مراعاة الاستمرار فى الحرق حتى لاتتصاعد ابخرة بيضاء بالمرة . أجر اختبار اللهب على المختلف . بعد ذلك أذبه في قليل من الماء الساخن ورشح عند اللزوم. احتفظ بالمترشح المائى على حدة . أذب ماقد تبقى فى الجفنة أو على ورقة الترشيح فى أقل كمية ممكنة (١ سم٣) من حامض الكلورودريك المخفف وتلق المذاب الحامضى أيضا على حدة

المغنيسيوم : أختبر المغنيسيوم فى مخلوط من المذاب المائى والحامضى بفوسفات الصوديوم أو باليزارين بوردو

البوتاسيوم : اختبر فى جزء من المترشح المائى بعد تحميضه ببضع نقط من حمض الخليك للبوتاسيوم بكوبلتي أزوتيت الصوديوم . فان تكون راسب أصفر دل ذلك على وجود البوتاسيوم

الصوديوم : أختبر فى جزء آخر من المحلول المائى للصوديوم فى حالة عدم وجود المغنيسيوم باضافة محلول بيروانتيمونات البوتاسيوم الحامضية والرج أوحك جدار الانبوبة

فان تكون راسب أبيض متبلور دل ذلك على وجود الصوديوم. أما اذا كان المغنيسيوم موجودا فيكتفى باختبار اللهب للصوديوم

اذا أكتسب اللهب لونا بنفسجيا دل ذلك على وجود البوتاسيوم وعلى عدم وجود الصوديوم أما اذا تلون اللهب باللون الاصفر الفاقع واستمر هذا اللون نصف دقيقة على الاقل دل ذلك على وجود الصوديوم ويحتمل وجود البوتاسيوم أيضا . أنظر فى هذه الحالة الى اللهب خلال زجاجة الكوبلت فان شاهدت لونا قرمزيا دل ذلك على وجود البوتاسيوم أيضا

الامونيوم زيد ٤ NH_4

يختبر الامونيوم فى المـادة الاصلية قبل الكشف عن كل الـكاتيونات الاخرى وذلك كما يأتى :—

١ — بالصودا الكاوية على جزء من المادة الاصلية فان ظهرت ، لاسيما بالتسخين ، رائحة النوشادر دل ذلك على وجود الامونيوم ، ويمكن اختبار النوشادر المتكون بورقة عباد الشمس الحمراء المبتلة إذ تزرق . أما آثار الامونيوم كما نصادفهـا مثلا فى التربه الزراعية أو عند تحليل المياه الطبيعية فيختبر لها بمحلول Nessler وذلك بان تذيب جزءا من المادة فى قليل من الماء وترشح عند اللزوم وتضيف للمذاب الرائق قليلا من المحلول المذكور فان تكون راسب أحمر بنى أو تلون المحـلول باللون الاحمر أو الاحمـر المصفر دل ذلك على وجود أمونيوم

٢ — بكوبلتى أزوتات الصوديوم: يتكون راسب أصفر يشبه راسب البوتاسيوم. وعليه اذا ثبت وجود الامونيوم فلا يصح اختبار البوتاسيوم بهذا الاختبار الا بعد طرد أملاح الامونيوم بالحرق

ا

ملحوظات عامة فى التحليل

كمية المادة : يجب أن يجرى التحليل بكمية قليلة من المـادة ويكفى فى الغالب ١ ــ ٢ جرام

الاختبارات الاولية : هى أولى العمليات التى يجب أن يبتدىء بها كل تحليـل وصـفى

الاذابة : يجب مراعات التعليمات الخاصة بالاذابة بكل دقة . ومما يستحق اعادة لفت النظر اليه أن الماء قد يذيب مالا يذيبه حمض حتى وان كان هذا مركزا . ومن الامثلة المعروفة بهذا السلوك كثير من املاح الباريوم ، خلاف املاح المجموعة الاولى التى لا تذوب فى حمض الكلورودريك

غسل الرواسب : يجب غسل كل راسب جيدا قبل معاملته

فصل المجموعات : لا تفصل المجموعة بمعاملة المحلول بالكشاف الخاص بها الا بعد التأكد من وجود المجموعة فى المحلول ، وذلك باجراء تجربة على جزء من المحلول فى انبوبة اختبار ، فلا يمرر مثلا كبريتور الايدروجين فى المحلول الا اذا رسب راسب بتمرير الغاز فى جزء من المحلول فى أنبوبة الاختبار

المجموعة الاولى: كثيرا مايرسب البـاريوم في صورة كلورور باريوم فى المجموعة الاولى خصوصا اذا كانت كميته كبيرة . لذلك يجب غسل المتبقى جيدا بالماء البارد واضافة ماء الغسيل الى المذاب الاصلى

كثيرا ماينفرد الزئبق فى صورة راسب أسـود عند تسخين المادة مع حامض الكلورودريك لاذا بتها اذا كان بالمخلوط زئبقوز وكانت قوة الحامض كبيرة وكان التسخين شـديدا

ـــ٢كل٢ ــــ ⇐ ـــ كل٢ + ـــ

يمكن اهمال راسب الزئبق الاسود هـذا ، وسيظهر الزئبقيك طبعـا فى المجموعة الثانيـة

الرصاص يرسب دائما فى المجموعة الثانية ولـكنه يظهر أيضا فى المجموعة الاولى اذا كانت كميته فى المخلوط كبيرة

المجموعة الثانية : تمرير كبريتور الايدروجين فى محلول المادة يكون بسرعة مناسبة بحيث يمكن عد فقاعات الغاز ويكون دائما فى دورق مخروطى صغير ذى فوهة ضيقة مسدود بسدادة مثقوبة من الكاوتشوك أو الفلين بها أنبوبة التمرير التى تصل الى قرب قاع الدورق . عند البدء فى تمرير الغاز لا يصح أن يكون الدورق محكما حتى يجد الهواء الموجود بالدورق مخرجا والا ترتب عن وجوده بالدورق أن تقل سرعة تيار الغاز ثم يقف مروره في المحلول تماما. بعد برهة من ابتداء التمرير يحكم غطاء الدورق حتى يستفاد بأكبر كمية ممكنة من الغاز وحتى لايتسرب هذا أيضا الى جو المعمل . يرج الدورق من آن لآخر حتى يتشبع المحلول بالغاز. وعند ذلك يرشح منه جزء صغير فى أنبوبة اختبار ويختبر فيه لتمام الترسيب ، وذلك بتمرير الغاز فى هذا الجزء فى الانبوبة . فان لم يتكون راسب فيخفف كثيرا بالماء البارد ويمرر فيه يدمكب من جديد . يعامل باقى المحلول فى الدورق حسب نتيجة هذه التجربة أى يعاد التمرير اذا تكون راسب ، والا فلا داعى للتمرير أو التخفيف واعادة التمرير

يجب أن تكون نسبة الحمض فى المحلول المراد تمرير غاز يدمكب فيه مناسبة ، حوالى ٢ أساسى

كثيرا مايهرب الرصاص والقصدير فى مترشح المجموعة الثانية بسبب زيادة حموضة المحلول. من أجل هذا يختبر فى جزء من مترشح المجموعة بعد تخفيفه كثيرا بالماء البارد بتمرير يدمكب للتأكد من تمام الترسيب كما ذكرنا ذلك فى الفقرة السابقة

لا يصح بالمرة تمرير كبريتور الايدروجين فى مذاب المادة فى الماء الملكي ولا فى حامض الازوتيك ولا فى محلول به مواد مؤكسدة شديدة ، لأن الغاز يتأكسد ولا يكون له

مفعول الا بعد أن يختزل كبريتور الايدروجين المواد المؤكسدة فى المحلول ، فيتكون راسب من الكبريت قد يكون كبيرا جدا ، من أجل هذا يجب استعمال المذاب في حمض الكلورودريك . أو التخلص من المواد المؤكسدة قبل التمرير

اذا كان لون راسب المجموعة الثانية أصفرا نقيا دل ذلك على وجود قسم ب فقط من المجموعة الثانية ، فلا داعى اذاً لمعاملته بالصودا الكاوية المخففة

يجب أن تكون الصودا الكاوية المستعملة فى فصل قسم ا من قسم ب مخففة ويجب أن يكون تسخينها هينا جدا والا ذاب جزء من كبريتور الزئبق وهذا يصعب الكشف على الزرنيخ والقصدير فى المذاب

يجب أن يستعمل حمض الازوتيك المخفف فى اذابة كبريتور النحاس والرصاص ويختبر فى المذاب بعد تركيزه للرصاص بحمض الكبريتيك المخفف ، وقد يتحول كبريتور الرصاص الى كبريتات رصاص أبيض اذا كان حامض الازوتيك المستعمل قويا . يعامل الراسب فى هذه الحالة بمخلوط دافىء من خلات الامونيوم وايدرات الامونيوم ويختبر فى المذاب بكرومات البوتاسيوم

الماء الملكى مادة مؤكسدة شديدة . لذلك يجب التخلص منه بعد اذابة كبريتور الزئبق فيه للكشف عن الزئبق بكلورور القصديروز وإلا أبطل مفعول هذا . وأحسن طريقة للتخلص من الماء الملكى هو التبخير لقرب الجفاف ثم التخفيف قليلا بالماء

المجموعة الثالثة والرابعة : طرد غاز يد$_2$كب من مترشح المجموعة الثانية بالغليان ضرورى وهام جدا خصوصا اذا أريد أكسدة الحديدوز الى حديديك ، لانه اذا لم يطرد يتكون كبريت منفرد يعكر المحلول فيصعب ترشيحه ، فضلا عن ذلك فان يد$_2$كب يتفاعل مع ايدرات الامونيوم الذى يضاف بعد ذلك لفصل المجموعة الثالثة (أو فى عملية فصل الفوسفات) فترسب بعض كاتيونات المجموعة الرابعة والثالثة على هيئة كبريتورات

قد يكون مترشح المجموعة الثانية كبير الحجم ولأجل أن يكون تأكسد الحديدوز

ـ ان وجد ـ تاما، حتى يرسب الحديد كله فى المجموعة الثالثة، ولأجل أن تظهر رواسب كاتيونات المجموعة الثالثة والرابعة ويكون فصلها تاما ، يجب أولا تركيز المترشح ولا يخفف المحلول الا عند اللزوم ، وعلى العموم اذا كان المحلول مخففا يجب تركيزه قبل اختبار أى مجموعة أو فصلها

راسب كبريتور المنجنيز فى العادة أحمر لحمى ولكنه قد يظهر في بعض الاحيان اخضرا داكنا . فى هذه الحالة يمكن التأكد منه بعمل تجربة اثباتية أو باذابته فى يد كل مخفف ثم اضافة ايدرات نوشادر وترسيبه من جديد بكبريتور الايدروجين وعند ذلك يظهر احمرا لحميا. وقد يكون الراسب الذى يظهر فى موضع كبريتور المنجنيز اسمرا . هذا يدل فى غالب الامر أن شيئا آخر كالرصاص أو الحديد هو الذى سبب وجود هذا الراسب الاسمر . لاسيما اذا كان بالمادة فوسفات وفصلت بكلورور الحديديك ولم يكن فصلها دقيقا حسب ما تقتضيه الطريقة

عندترسيب المجموعة الثالثة بايدرات الامونيوم يجب أولا اضافة كمية وافرة من كلورور الامونيوم وتسخين المحلول للغليان ثم اضافة ايدرات الامونيوم والغليان والترشيح فى الحال والمحلول يغلى ، وإلا رسب المنجنيز مع راسب المجموعة الثالثة

قد يظهر فى مكان كبريتور الخارصين معلق أبيض من الكبريت نشأ غالبا من وجود مادة مؤكسدة بالمحلول (اكسدة الحديدوز الى حديديك) . تجربة اثباتية للخارصين بازوتات الكوبلت تدل على وجوده من عدمه . ويمكن أيضا اضافة قليل من يد كل مخفف الى المعلق فان ذاب بسهولة دل على انه خارصين وإلا فيوجد كبريت ويحتمل وجود خارصين معه

للتخلص من الكبريت الغروى يغلى المحلول ، فان لم ينفع هذا فيضاف اليه قليلا من كلورور الامونيوم وقصاصات ورق ترشيح ويغلى ، وهذا كاف فى اغلب الاحيان ـ لتجمع الكبريت

المجموعة الخامسة : فى ترسيب المجموعة الخامسة يجب أن يكون المحلول ساخنا نوعا فلا يصح غليانه . كما يجب أن تكون كمية كلورور الامونيوم مناسبة لمنع ترسيب المغنيسيوم على هيئة كربونات

لا يصح اضافة كمية كبيرة جدا من كرومات البوتاسيوم عند اختبار الباريوم لان راسب اكسالات الكالسيوم فى مترشح كرومات الباريوم لايظهر واضحا ، ويظهر أنه أصفر مع أنه أبيض . وفى اختبار الكالسيوم يحسن تسخين اكسالات الامونيوم وكذا المحلول المراد اختبار الكالسيوم فيه . وقد سبق أن أشرنا الى أن الفصيلة الخامسة قد تهرب خصوصا اذا كانت كميتها فى المحلول قليلة وكان به كثير من املاح الامونيوم . ومن أجل هذا رأينا أن نتخلص دائما من كثرة املاح الامونيوم قبل فصل هذه المجموعة

المجموعة السادسة : أملاح الامونيوم تعوق اختبار البوتاسيوم والصوديوم باغلب الكشافات . من أجل هذا يجب التخلص من املاح الامونيوم تماما ، ويكون ذلك بالتبخير للجفاف وحرق المتبقى فى جفنة واستمرار الحرق حتى لا تتصاعد سحب بيضاء من الجفنة بالمرة . أما أن يغلى المحلول مثلا فهذا لا يكفى مطلقا لطرد كل هذه الاملاح بل الذى قد نتخلص منه بهذه الطريقة هو ايدرات النوشادر مثلا وليست أملاح النوشادر المكونة من أحماض معدنية

من الخطا الكبير اختبار البوتاسيوم بسلك البلاتين فى اللهب فى الماده الصلبة الاصلية باستعمال زجاجة الكوبلت ، اذ أن كثيرا من المعادن يعطى لهبا ملونا يظهر خلال زجاجة الكوبلت أيضا .

وفيما يلى الجداول التى تبين طريقة فصل المجموعات والكشف عن الكاتيونات وقد دون فيها أهم الاختبارات الاثباتية التى لا يصح اهمالها باى حال

الكشف عن الكاتيونات

اختبار الأمونيوم : عامل قليلا من المخلوط بالصودا الكاوية مع الاستعانة بالتسخين فاذا تصاعد غاز النوشادر الذى يدرك برائحة النفاذة وبتزريقه ورقة عباد الشمس الحمراء المبللة
∴ فالمخلوط به امونيوم

« الجدول الأول : اختبار المجموعتين الأولى والثانية »

عامل نحو جرام واحد من المخلوط بنحو ٢٠ سم٣ حامض كلوردريك مخفف مع التسخين واضافة بضع نقط من يد كل المركز عند اللزوم ، استمر فى التسخين مدة ثم اترك المحلول يبرد لينفصل كلورور الرصاص بالتبريد على هيئة بلورات ابرية او صفائح رفيعة لامعة . رشح المحلول واغسل المتبقى بماء بارد مضاف اليه نحو ١٪ حمض يد كل مخفف . اضف ماء الغسيل للمذاب المترشح

المتبقى
عامله بماء مقطر ساخن وهو على ورقة الترشيح

المذاب
اغل المحلول فى دورق مخروطى ومرر فيه تيارا بطيئا من غاز كبريتور الايدروجين حتى التشبع اى نحو ٥ دقائق . رشح ساخنا واغسل الراسب جيدا بماء ساخن مع اضافة ماء الغسيل الى المترشح « أ »

المتبقى (من المتبقى)
عامله وهو على ورقة الترشيح بالأمونيا فاذا اسود
∴ زئبقوز
عامل المتبقى على ورقة الترشيح بمخلوط دافئ من خلات الأمونيوم وايدرات الأمونيوم

المتبقى
قد يكون سليكات او كبريتات باريوم استرانشيوم كما فى اختبارات الذوبان والكشف عن الانيونات . او بعض الاكاسيد الصعبة الذوبان وهذه تهمل ويكتفى بما ذاب سالف الحامض

المذاب
اضف له كرومات بوتاسيوم فاذا تكون راسب اصفر كبريتات رصاص

المذاب (من الماء الساخن)
برده فاذا رسبت بلورات ابرية لامعة تذوب ثانية بالتسخين ∴ رصاص
اضف الى الساخن كرومات ايتاسيوم يتكون راسب اصفر ∴ رصاص

راسب
عامله وهو على ورقة الترشيح بالصودا الكاوية المخففة الدافئة

مترشح أ
يحفظ لاختبار المجاميع التالية

المتبقى — مجموعة ٢ أ
عامله فى جفنة بحامض الازوتيك مخفف مع الغليان ورشح .

المذاب — مجموعة ٢ ب
اضف له حمض كبريتيك مخفف بوفرة ورشح .

المتبقى
اذيب فى الماء الملكى (٣ سم٣ حمض يد كل مركز + ١ سم٣ حمض يد ز أ مركز) الساخن . بخر لقرب الجفاف . خفف بالماء ورشح عند اللزوم اضف للمترشح كلورور القصديروز فاذا تكون راسب ابيض او رمادى
∴ زئبقيك

المذاب
اضف له حمض كبريتيك مخفف ورشح

راسب
عامله وهو على ورقة الترشيح بمخلوط دافئ من خلات الأمونيوم وايدرات الأمونيوم واضف الى المذاب كرومات بوتاسيوم فاذا تكون راسب اصفر
∴ رصاص

مترشح
اضف له نوشادر بوفرة فاذا تكون لون ازرق داكن ∴ نحاس
اضف حمض خليك الى المحلول الازرق حتى يختفى اللون ثم اضف سيانور البوتاسيوم الحديدوز فاذا تكون راسب او لون شيكولاتى محمر
∴ نحاس

راسب
اذا كان لونه ابيض (كبريت) فيهمل اما اذا كان ملونا فعامله بكربونات الأمونيوم الساخنة .

فترشح
يهمل

المتبقى
اذيب فى حمض يد كل مركز ساخن . خفف قليلا بالماء ثم اضف برادة حديد وسخن قليلا ورشح . اضف الى المترشح كلورور زئبقيك فاذا تكون راسب ابيض او رمادى
∴ قصدير

المذاب
اضف له حمض كبريتيك مخفف بوفرة فاذا تكون راسب اصفر ليمونى ∴ زرنيخ
او بعد انفصال الراسب اذيب فى حمض ازوتيك مركز ساخن ثم اضف مولبدات امونيوم مع التسخين الخفيف فاذا تكون راسب اصفر يشبه راسب الفوسفات مع مولبدات الامونيوم
∴ زرنيخ

الجدول الثاني اختبار المجموعة الثالثة

خفف قليلا من المترشح ا بكثير من الماء البارد ثم مرر غاز يدكب ثانية لتتأكد من تمام ترسيب المجموعة الثانية . اغل المحلول جيدا لطرد غاز يدكب ثم اختبر في جزء من المحلول المبرد للحديد وز بواسطة سيانور البوتاسيوم والحديديك (وللحديديك بواسطة سيانور البوتاسيوم والحديدوز اذا كانت المجموعة الثانية غير موجودة) يتكون في الحالتين راسب ازرق فاذا كان الحديدوز موجودا فاكسده باضافة قليل من حامض الازوتيك المركز للمحلول كله مع التسخين والا فلا داعي للاكسدة . (اذا كان المحلول قد خفف كثيرا بالماء فركزه بالغليان قبل الاكسدة بحامض الازوتيك)

اختبر في جزء آخر من المحلول للفوسفات بتحويله بحمض ازوتيك مخفف ثم التسخين للغليان واضافة موليبدات الامونيوم فاذا تكون راسب اصفر دل ذلك على وجودها فاتبع جدول ١ واذا لم يتكون راسب فهي غير موجودة واتبع جدول ٢ اذا ثبت وجود الاكسالات في مستخلص كربونات الصوديوم . تبخر المحلول في الحالتين للجفاف ثم احرق المتبقي جيدا ثم اذب في حمض الكلوردريك المخفف الساخن ورشح عند اللزوم والحمل الغير ذائب

جدول ١

اضف الى المحلول الحامضي نوشادر باحتراس مع الرج حتى تتكون عكارة بسيطة لا تختفي بالرج . اذب هذه العكارة في اقل كمية ممكنة من حامض الكلوردريك المخفف . ثم اضف الى المحلول الرائق نحو ٢٠ سم٣ من خلات الامونيوم (قد يتكون هنا راسب ابيض او ابيض مصفر دال على وجود الالومونيوم والحديد او احدهما) ثم اضف نحو ١٠ سم٣ حامض خليك .

اضف الآن محلول كلورور الحديديك نقطة نقطة مع التقليب حتى تظهر اول علامة للون الاحمر لا تختفي . خفف المحلول بالماء حتى يصير حجم المحلول حوالي ١٢٠ سم٣ ثم اغل مرة ورشح في الحال والمحلول يغلي

راسب

عامله وهو على ورقة الترشيح بالصودا الكاوية القوية الساخنة .

المذاب

اضف له محلولا مشبعا من كلورور الامونيوم (او كلورور الامونيوم الجاف حتى التشبع) وسخن جيدا ثم برد فاذا تكون راسب هلامي متقطع

∴ الومنيوم

اذب الراسب في ١ - ٢ سم٣ حامض ازوتيك مخفف وبخر المذاب في بودقة صيني ثم اضف ٣ - ٤ نقط من محلول مخفف جدا من ازوتات الكوبلت وجفف ثانيا واحرق جيدا يتكون جسم ازرق غير منصهر

∴ الومنيوم

المتبقي

يهمل

مترشح

يجب اذا كان العمل مضبوطا ان يكون عديم اللون اضف له نوشادر بوفرة . واختبر فيه للمجاميع الرابعة والخامسة والسادسة

كما في الجدول الثالث

جدول ٢

اضف الى المحلول الحامضي كلورور امونيوم بوفرة واغل جيدا ثم اضف له نوشادر حتى تظهر رائحة بوضوح مع التقليب والغليان . رشح في الحال والمحلول يغلي

راسب

عامله وهو على ورقة الترشيح بالصودا الكاوية القوية الساخنة

المذاب

اضف له محلولا مشبعا من كلورور الامونيوم (او كلورور الامونيوم الجاف حتى التشبع) وسخن ثم برد فاذا تكون راسب هلامي متقطع

∴ الومنيوم

اجر تجربة اثباتية على الراسب بازوتات الكوبلت كما هو موضح في جدول ١

المتبقي

لونه احمر اذبه في حمض كلوردريك مخفف ثم اضف الى المذاب سيانور البوتاسيوم والحديدوز يتكون راسب ازرق

∴ حديد

مترشح

اختبر فيه للمجاميع الرابعة والخامسة والسادسة

ل

الجدول الثالث اختبار المجاميع الرابعة والخامسة والسادسة

سخن المحلول النوشادري وصرر فيه تيارا بطيئا من غاز كبريتور الايدروجين حتى التشبع ٥ اضف قليلا من النوشادر اثناء التمرير ثم رشح

راسب

عامله وهو على ورقة الترشيح بحامض خليك ساخن

المتبقي

لونه ابيض اذبه في اقل كمية من حامض الازوتيك المخفف وضع جزءا من المذاب في بودقة صينية وبخره للجفاف ثم اضف له بضع نقط من محلول مخفف جدا من ازوتات الكوبلت وبخر ثانيا للجفاف واحرق المتبقي تماما فاذا تكون جسم اخضر غير منصهر

∴ خارصين

استنفذ الجزء الآخر من المذاب بسيانور البوتاسيوم والحديدوز فاذا تكون راسب ابيض

∴ خارصين

المذاب

اغل جيدا لطرد غاز يد٢ كب ثم اضف صودا الا وية بوفرة مع الغليان يتكون راسب ابيض يسمر بسرعة

∴ منجنيز

او اضف الى المذاب نوشادر بوفرة ومرر تيارا من غاز يد٢ كب يتكون راسب احمر لحمي

∴ منجنيز

اجر تجربة اثباتية عليه بثاني اكسيد الرصاص وحامض الازوتيك المركز والغليان ثم التخفيف بالماء فاذا تكون لون بنفسجي

∴ منجنيز

مترشح

بخر للجفاف لطرد املاح الامونيوم الزائدة . اذب المتبقي في حمض الكلوروديك المخفف مع التسخين والترشيح عند اللزوم والمحلول الغير ذائب اضف الى المحلول الرائق نوشادر بوفرة ثم قليلا من كلورور الامونيوم ثم اضف كربونات الامونيوم وسخن الى حوالى ٦٠° مئوية تقريبا انتظر قليلا ثم رشح

راسب

اضف اليه وهو على ورقة الترشيح قليلا من حمض الخليك الساخن ثم اضف الى المذاب كرومات بوتاسيوم ورشح ان تكون راسب

راسب

لونه اصفر

∴ باريوم

اذبه في قليل من يد كل مخفف ثم اضف يد٢ كب ا٤ مخفف فاذا تكون راسب ابيض

∴ باريوم

اجر اختبار اللهب على المذاب في يد كل فيظهر لون اخضر مصفر .

∴ باريوم

مترشح

اغل جيدا واضف اليه اكسالات امونيوم ساخنة فاذا تكون راسب ابيض متبلور يذوب في يد كل مخفف

∴ كالسيوم

اجر اختبار اللهب على المذاب في يد كل فيظهر لون احمر طوبي

∴ كالسيوم

مترشح

بخر للجفاف لطرد املاح الامونيوم تماما ثم اختبر المتبقي بسلك بلاتين واللهب للصوديوم الذي يعطي لونا اصفر ذهبيا والبوتاسيوم الذي يعطي لهبا بنفسجيا (في حالة عدم وجود صوديوم) ويمكن رؤيته على كل حال عند رؤيته خلف زجاجة الكوبلت .

اذب المتبقي في اقل كمية من الماء الساخن ورشح عند اللزوم . اذب ما يتبقى بعد ذلك في اقل كمية من يد كل المخفف ٥ اضف جزءا من المذاب الحامضي الى جزء من المذاب المائي واضف لنصف الماء المخلوط كلورور نوشادر وايدرات نوشادر وفوسفات صوديوم مع التسخين والحك وانتظار فاذا تكون راسب ابيض متبلور

∴ مغنسيوم

اضف للنصف الآخر بضع نقط من محلول اليدرات ثم اضف صودا الى نصف حجم المحلول صودا كاوية مع التسخين فاذا تكون راسب ابيض نقي اللون انه ايضا

∴ مغنسيوم

اضف الى جزء آخر من المحلول المائي بضع نقط من حامض الخليك ثم اضف كوبلتي ازوتيت الصوديوم فاذا تكون راسب اصفر

∴ بوتاسيوم

اذا لم يوجد مغنسيوم فاضف لجزء آخر من المحلول المائي بيروانتيمونات البوتاسيوم الحامضية مع الرج فاذا تكون راسب ابيض متبلور

∴ صوديوم

اما اذا ثبت وجود المغنسيوم فيكتفي باختبار اللهب للصوديوم

ملحوظات هامة

أولا — فى فصل الفوسفات

ملحوظة ١ : عند اضافة خلات الامونيوم قد يحمر المحلول وذلك فى حالة وجود حديد بكمية أكبر من الكمية المكافئة للفوسفات الموجودة فى المحلول . وفى هذه الحالة لاداعى بالطبع بل من الخطأ اضافة كلورور حديديك لان زيادة منه تعمل على اذابة جزء من الفوسفات وعلاوة على ذلك قد لايرسب كل الحديد فى صورة خلات قاعدية لزيادة درجة تركيزه فيظهر في المترشح

ملحوظة ٢ : أضافة محلول خلات الامونيوم ضرورية لسببين مهمين فهو من جهة يضعف حمض الكلوردريك الموجود بالمحلول أو بعبارة أخرى يكون مع أيونات الايدروجين الموجودة بالمحلول حامض خليك وليس لهذا قدرة على أذابة فوسفات الحديد بعكس حامض الكلورودريك . وهو يستعمل من جهة أخرى كدليل يعرف به تمام ترسيب الفوسفات بكلورور الحديديك ، حتى لايضاف منه أكثر من اللازم للسببين المتقدم ذكرهما فى ملحوظة ١

ثانيا — فى أختبار الكالسيوم والباريوم وفصلهما

ملحوظة ٣ كربونات الامونيوم التجارية ليست (زيد $_{٤}$) $_{٢}$ك ا $_{٣}$ ولكنها خليط من بيكربونات الامونيوم (زيد $_{٤}$) يدك ا $_{٣}$ و كربامات الامونيوم (زيد $_{٢}$) ك ا $_{٢}$ (زيد $_{٤}$) هذا الاخير يتحلل الى كربونات امونيوم بالتسخين فى درجة حرارة ٦٠ تقريبا حيث يتكون كربونات الامونيوم . أما الاول فيمكن تحويله الى كربونات امونيوم باضافة ايدرات امونيوم . لذلك عند ترسيب الباريوم بكربونات الامونيوم يجب أضافة نوشادر وتسخين المحلول لكى يكون الترسيب تاما

ملحوظة ٤ راسب أكسالات الكالسيوم أبيض ولكنه يظهر أصفرا اذا كان المحلول يحتوى على زيادة كبيرة من كرومات البوتاسيوم. لذلك يجب الا تضاف كرومات البوتاسيوم لترسيب الباريوم الا بكمية تكفى فقط لان تلون المحلول بلون أصفر فاتح

الباب الثانى

ا - الغرويات

تحضير الغرويات

أولا طريقة التجميع Condensation Method

تحضير ايدروكسيد الالومنيوم

تجربة ١ : خفف محلول خلات الالومنيوم التجارى الذى قوته ٨ — ١٠ ٪ Liqu. aluminii acetici عشرين مرة بالماء وسخن المحلول الناتج على حمام مائى حتى لا يتبخر حامض الخليك الذى يعرف برائحته مع ملاحظة تعويض الماء الذى يفقد اثناء التبخير . المحلول الناتج عبارة عن سول رائق عديم اللون كالماء يحتوى على ايدروكسيد الومنيوم غروى . وهذا يمكن اثبات وجوده باضافة سيانور البوتاسيوم والحديدوز حيث يتجمع الغروى ويرسب

تجربة ٢ : أو خفف محلول خلات الالومنيوم التجارى بمثل حجمه حامض خليك مركز وسخنه على حمام مائى يتكون بعد مدة راسب مبيض محبب . صف المحلول الرائق الذى فوق الراسب وأغسل هذا مرارا بالماء المقطر . ويحسن استعمال آلة القوة المركزية الطاردة لهذا الغرض . تشاهد بعد الغسيل عدة مرات أن الراسب يبتدىء يذوب عند ذلك سخن المحلول العكر (المعلق) الذى لا يصح أن يكون مركزا جدا على حمام مائى يتكون سول رائق جدا وعديم اللون تماما كالماء . ويمكن التخلص من حمض الخليك بالتسخين على الحمام المائى مدة طويلة قد تكون أياما مع تعويض الماء الذى يفقد أثناء التسخين

تحضير سول ايدروكسيد الحديد

تجربة ٣ : طريقة جراهام خذ محلولا مشبعا من كلور الحديديك وخففه بمثل

حجمه بالماء ثم أضف اليه محلول كربونات الامونيوم ٢ أساسى تقريبا نقطة فنقطة حتى يذوب الراسب الذى يتكون من جراء هذه الاضافة بصعوبة بالرج تحصل على سول ايدروكسيد الحديد ولكنه يكون غير نقى ويمكن تنقيته من الالكتروليتات بوضعه فى dialyser ووضع هذا فى ماء ساخن وتغيير الماء من آن لآخر

تجربة ٤ : أو خذ نحو ٢٠٠ سم^{٣} ماءا مقطرا وسخنها للغليان فى كاس ثم أضف على دفعات نحو ٢٠ سم^{٣} من محلول حديث التحضير من كلورور الحديديك ٢ ٪ المحضر حديثا بالماء البارد يتكون أثناء الاضافة سول اسمر محمر شديد وبالاخص بعد التسخين للغليان عدة دقائق . هذا ناتج من التحليل المائى لكلورور الحديديك حيث يتكون ايدروكسيد حديد . وبما أن عملية التحليل المائى عكسية فان ايدروكسيد الحديد المتكون يتحول بالتبريد الى كلورور حديديك . ولذلك يجب تنقية السول بعملية الـ dialysis ساخنا فى الحال

تحضير سول حامض السليسيك

تجربة ٥ : ضع نحو ١٠٠ سم^{٣} حامض كلوردريك $\frac{١}{٢}$ أساسى فى كاس ثم أضف اليها مع التقليب نحو ١٠ سم^{٣} من محلول الماء الزجاجى Water glass على أن يبقى المحلول حامضيا . ويمكن التأكد من ذلك باضافة بضع نقط فنولفثالين للماء الزجاجى الذى يحمر لانه قلوى. بهذا يتكون سول رائق من حامض السليسيك. يوضع فى الـ dialyser لتنقيته من الالكتروليتات الزائدة . ويمكن اثبات وجوده باضافة محلول ايدروكسيد الباريوم (ماء الباريتا) أو محلول اكسيد النحاس النوشادرى يتكون فى الحالتين راسب جيلاتينى

تحضير جيل حمض السليسيك

تجربة ٦ : ضع نحو ٥٠ سم^{٣} حامض كلوردريك ٢ أساسى فى كاس ثم أضف اليها نحو هذا الحجم من ماء الزجاج المركز ١٠ ٪ مع التقليب المستمر يتكون أثناء الخلط جيل شفاف ولكنه يصير « براقا » opalescent بعد ذلك

تحضير سول كبريتور الزرنيخوز

تجربة ٧ : مرر غاز كبريتور الايدروجين فى محلول مخفف من حامض الزرنيخوز ½٪ تقريبا يتكون سول أصفر فاقع . واذا كان المحلول مخففا جدا يتكون سولها أصفر مخضر . ينقى السول بعملية الـ dialysis

تحضير سول كبريتور الزئبق

تجربة ٨ : مرر غاز كبريتور الايدروجين فى محلول مائى من سيانور الزئبق مشبع فى درجة حرارة عادية يتكون سول أسمر غامق دون أن يرسب راسب . كذا يمكن تمرير الغاز فى محلول مخفف جدا من سيانور الزئبق (عدة نقط فقط من المحلول المشبع فى نحو ربع لتر ماء) . يتكون أيضا سول اسمر ينقى السول بعملية الـ dialysis لمدة قصيرة

تحضير سول زرقة بروسيا

تجربة ٩ : أذب نحو ٠٠٥ جم من سيانور البوتاسيوم والحديدوز فى نصف لتر ماء ثم أضف لهذا المحلول محلولا مخففا من كلورور الحديديك محضر حديثا بماء بارد نقطة فنقطة بحيث لاتزيد كميته عن جزىء واحد لكل جزيئين ونصف من سيانور البوتاسيوم والحديديك يتكون سول أزرق رائق يمر من ورق الترشيح

تجربة ١٠ : او وضع نحو ١٠ سم٣ من محلول مشبع من سيانور البوتاسيوم والحديدوز (٢٠ ٪ تقريبا) فى كاس صغير ثم أضف اليها نحو ٢ سم٣ من محلول مشبع من كلورور الحديديك (٤٥ ٪ تقريبا) نقطة فنقطة مع التقليب المستمر بقضيب زجاجى تتكون عجينة زرقاء متما سكة جدا حتى أنه يمكن قلب الكاس دون أن يفقد منه شيء . ضع هذه العجينة أو جزء منها في ماء يتكون سول مركز أو مخفف رائق وثابت جدا

تأثير الغرويات الحافظة فى تحضير الغرويات

من السهل تحضير بعض الغرويات اذا اضيف للمحلول غروى حافظ قبل تكوين

الغروى . لاثبات ذلك أجر التجربتين الآتيتين

تجربة ١١ : أضف نقطتين من محلول أزوتات الفضة $\frac{1}{10}$ أساسى الى ٢٠ سم^3 ماء مقطر وحمض هذا المحلول باربع نقط حمض أزوتيك مخفف ٢ أساسى . ضع ١٠ سم^3 من هذا المحلول فى أنبوبة أختبار وضع ١٠ سم^3 فى أنبوبة اختبار أخرى . أضف للانبوبة الاولى ١ سم^3 من محلول الجيلاتين $\frac{1}{2}$ ٪ وأضف للثانية ١ سم^3 من الماء . أضف لكل من الانبوبتين ثلاث نقط من كلورور بوتاسيوم $\frac{1}{10}$ أساسى ورج تشاهد تكوين عكارة بيضاء ثقيلة في الانبوبة الثانية ترسب بعد مدة بينما يبقى المحلول في الانبوبة الاولى رائقا لمدة ربع ساعة تقريبا ثم يبدأ يظهر براقا opslescent ولكن لايرسب منه شيء على كل حال

تجربة ١٢ : أضف ٥ سم^3 من محلول مشبع من كلورور الرصاص لنحو ١٠٠ سم^3 ماء. ضع نحو ٥٠ سم^3 من المحلول الناتج فى كل من دورقين . أضف لاحدهما نحو ٣ سم^3 من محلول الجيلاتين ١ ٪ الذى سبق تدفئته ومرر كبريتور الايدروجين فى كل من المحلولين لمدة بضع دقائق تشاهد تكوين راسب من كبريتور الرصاص فى المحلول الخالى من الجيلاتين بينما يتكون فى المحلول الآخر المحتوى على الجيلاتين سول أسمر غامق رائق يحتوى على كبريتور رصاص غروى ثابت

ثانيا — طريقة التجزئة Dispersion Method

نقتصر فى هذه الطريقة على مثالين لتحويل راسب الى سول

تحضير سول زرقة بروسيا بالـ Peptisation

تجربة ١٣ : أضف الى ١٠ سم^3 من محلول كلورور الحديديك (٠٥ و ٠ جزىء فى اللتر) نحو ٥ سم^3 من محلول مشبع من سيانور البوتاسيوم والحديدوز (٢٠ ٪ تقريبا) . رشح الراسب المتكون وأغسله بالماء ثم صب عليه فى ورقة الترشيح محلول حامض

الاكساليك $\frac{1}{10}$ أساسى عدة مرات تشاهد أن الراسب يتحول الى سول أزرق ويمر من ورقة الترشيح

تحضير سول كبريتور الزئبق بالـ Peptisation

تجربة ١٤ : مرر غاز كبريتور الايدروجين فى نحو ٢٠ سم^3 من محلول مشبع من كلورور الزئبقيك حتى يتكون راسب أسود ثم رشح وأغسل الراسب مرارا بالماء المقطر ثم ضع الراسب فى ماء ومرر الغاز من جديد لمدة عشرة دقائق يتحول معظم الراسب الى الحالة الغروية حيث يتكون سول غامق يمر من ورقة الترشيح

تحضير الطين الغروى الخام

خذ نحو ٥٠ جرام من ناعم تربة طينية ثقيلة أى الذى يمر من منخل سعة ثقوبه ٢ ملليمتر وضعها فى جفنة صينية وأضف اليها قليلا من الماء وادعكها جيدا بالاصابع . اترك المعلق الناتج بضعة دقائق وأنقل المعلق فقط دون الراسب الى مخبار ذى سدادة سعته لتر . ثم أضف للمتبقى فى الجفنة ماءا من جديد وادعكه وانقل المعلق الى المخبار بعد تركه مدة وهكذا. اهمل الخشن المتبقى فى النهاية. أضف ماءا حتى يصير حجم المعلق فى المخبار حوالى لتر وأضف اليه نحو ١٠ سم^3 نوشادر أساسى ورج وانتظر يومين على الاقل وخذ المعلق دون الراسب فى قاع المخبار . ويمكنك أضافة ماء للمتبقى فى المخبار ورجه والانتظار وأخذ المعلق من جديد وهكذا مادام المعلق بعد مضى الوقت المذكور عكرا

المعلق يحتوى على طين ذى حبيبات دقيقة جدا. على أن الطين الغروى هو ما كانت حبيباته أقل من ميكرون واحد كما هو مصطلح فى الكيمياء الزراعية. المعلق الذى حضرناه بالطريقة المذكوره يحتوى أيضا على حبيبات أكبر من ميكرون واحد لقصر الوقت . ولكن يمكن استعماله على كل حال فى تجارب تجمع الغرويات الآتية

تجمع الغرويات Coagulation

لمعرفة قدرة تجميع الالكتروليتات للغرويات يجب أن نبحث عن درجة تركيز كل الكتروليت اللازمة لتجميع الغروى فى وقت معلوم — ساعتين مثلا — ثم نقارن درجات تركيز الالكتروليتات المختلفة ببعضها . ولكن نظرا لصعوبة اجراء هذه الطريقة مع عدد كبير من الطلبة فى وقت واحد رأينا أن نقتصر على الطريقة الآتية حيث نعين الوقت الذى بعده يحصل التجميع باستعمال محاليل الكتروليتات مختلفة ذات درجة تركيز واحدة

الطريقة : خذ ١٠ سم ٣ من الـ Sol المراد اختباره فى أنبوبة أختبار نظيفة ثم أضف اليها بواسطة ماصة ١ سم ٣ من محلول الالكتروليت ورج الانبوبة فى الحال بسرعة بأن تسد فوهتها بابهامك (الذى يجب طبعا أن يكون نظيفا جدا) وتقلبها مرة ثم ضعها فى حامل أنابيب الاختبار واتركها هادئة وعين الوقت الذى بعده يبتدىء ظهور حبيبات متجمعة والوقت الذى يتم فيه التجمع وذلك من أبتداء رج الانبوبة

قارن الوقت اللازم لتجمع غروى خاص بمحاليل مختلفة ذات درجة تركيز خاصة وذلك بان تأخذ عددا كافيا من أنابيب الاختبار النظيفة وتضع فى كل منها ١٠ سم ٣ من الغروى ثم تضع فى كل من الانبوبتين الاوليتين ١ سم ٣ من المحلول الاول وترج فى الحال، وفى كل من الانبوبتين الثانيتين ١ سم ٣ من المحلول الثانى وترج وهكذا بحيث يكون الوقت الذى يمر بين أضافة المحلول الاول والثانى أو الثانى والثالث وهكذا واحد ويكون أقصر ما يمكن ويحسن أن يكون ٦٠ ثانية . بهذه الطريقة يسهل تعيين وقت التجمع . كما يحسن أن تبتدىء باضافة المحلول الذى ينتظر أن تكون قدرته على التجمع أقل من المحلول الذى يليه وبعبارة أخرى تبتدىء بالمحلول الذى يكون وقت تجمعه أطول من وقت تجمع المحلول الذى يليه (بعد رج الانبوبة يجب غسل الابهام جيدا ليكون نظيفا لرج الانبوبة التالية)

تمرين ١ · قارن قدرة محاليل $\frac{1}{10}$ أساسية من كلورور البوتاسيوم وكلورور

الكالسيوم وكلورور الحديديك في تجمع :

أولا — الطين الغروى أو Sol حمض السليسيك أو Sol كبريتور الزرنيخ

ثانيا — Sol ايدرات الحديديك أو ايدرات الالومنيوم الموجب الشحنة

تمرين ٢ : أعد التمرين السابق باستعمال محاليل $\frac{١}{٢٠}$ أساسية

تمرين ٣ : قارن قدرة محاليل $\frac{١}{٢}$ أساسية من كلورور البوتاسيوم وكبريتات البوتاسيوم و فوسفات البوتاسيوم وسترات البوتاسيوم فى تجميع :

أولا — Sol ايدرات الحديديك الموجب الشحنة

ثانيا — Sol من الطين الغروى أو من حمض السليسيك

تمرين ٤ : أعد تمرين ٣ باستعمال محاليل $\frac{١}{٢٠}$ أساسية

تمرين ٥ : أعد تمرين ١ باستعمال الطين الغروى مضافا اليه ١ سم^{٣} من مادة حافظة كمحلول الجيلاتين ١ ٪ أو الدبال الغير مشبع

تمرين ٦ : أعد تمرين ١ باستعمال Sol من الجيلاتين بدلا من الطين الغروى تلاحظ أن المحاليل المستعملة ليس لها قدرة على التجميع. ولا بد من أضافة الاملاح بكمية كبيرة جدا (في حالة جافة) لكى يحصل ترسيب للجيلاتين

تمرين ٧ : قارن قدرة محاليل الكالسيوم وكبريتات الكالسيوم وبيكربونات الكالسيوم وايدرات الصوديوم وكربونات الصوديوم فى تجميع الطين الغروى

تمرين ٨ : أضف الى ٥ سم^{٣} من Sol حمض السليسيك ٥ سم^{٣} من Sol ايدرات الحديديك ورج وعين وقت التجمع

تمرين ٩ : أعد تمرين ٨ باستعمال كميات مختلفة من كل من السولين المذكورين وشاهد ما يحصل

تمرين ١٠ : أعد التجربة باستعمال أحمر الكونجو Congo Red وأزرق الليل Night Blue . قدر عدد السنتيمترات المكعبة اللازمة من كل منهما لكى يكون

تجميعهما لبعض تاما ، هكذا :— خذ ٥ سم^٣ من أحمر الكونجو ١ر٠٠ ٪ ثم نقطها بازرق الليل ١ر٠٠ ٪ .خذ من آن لآخر أثناء التنقيط نقطة من المخلوط الناتج وضعها على ورقة ترشيح تلاحظ أن سطح النقطة ــ وحافتها على الاخص ــ تتلون أولا باللون الاحمر (يقال أن أحمر الكونجو كون مرآة حمراء) ثم يضعف هذا اللون باستمرار التنقيط الى أن تصير المرآة — وحافتها — عديمة اللون. وهنا يكون التجمع تاما. فاذا ما اضفت ازرق الليل بعد ذلك تبتدىء المرآة تتلون باللون الازرق الذى يشتد بزيادة ازرق الليل. ما الذى تستنتجه من كل التمارين السابقة ؟

ب - تجارب فى الامتصاص

تجرى التجارب الاتية على الفحم الحيوانى وعلى التربة الزراعية باستعمال ٣ جرام من الاول و ٥٠ جرام من الثانية

تمرين ١ : ضع ٣ جرام فحم حيوانى فى كل من ٦ دوارق ثم أضف :

الى الدورق الاول ١٠٠ سم^٣ من محلول أزوتات الرصاص $\frac{١}{٢}$ أساسى

والى الثانى ١٠٠ سم^٣ من محلول الجلوكوز ٢ ٪

والى الثالث ١٠٠ سم^٣ من محلول Methylene Blue ١ : ١٠٠٠٠

والى الرابع ١٠٠ سم^٣ من محلول كبريتات أمونيوم $\frac{١}{٢}$ أساسى

والى الخامس ١٠٠ سم^٣ من حامض الخليك $\frac{١}{٢}$ أساسى

والى السادس ١٠٠ سم^٣ من ماء كبريتور الايدروجين

رج كل دورق خمس دقائق ورشح . اختبر فى المحاليل الاصلية وفى المترشح ــ أى بعد الامتصاص ــ للرصاص بكرومات البوتاسيوم وللجلوكوز بمحلول فهلنج وللامونيوم بمحلول نسلر وللازوتات باجراء تجربة الحلقة واختبر لكبريتور الايدروجين بخلات الرصاص. والحامض الخليك بتنقيطه بالصودا الكاوية $\frac{١}{٢}$ أساسى

تمرين ٢ : أعد التمرين السابق باستعمال محاليل أقل تركيزا ثم بمحاليل أكثر تركيزا ودون مشاهداتك والذى تستنتجه

تمرين ٣ : ضع ٥٠ جرام تربة زراعية طينية فى كل من أربعة دوارق ثم أضف :

للاول ١٠٠ سم^3 من محلول كبريتات الامونيوم ١/١٠ أساسى

وللثانى ١٠٠ سم^3 من محلول أزوتات الامونيوم ١/١٠ أساسى

وللثالث ١٠٠ سم^3 من محلول كلورور البوتاسيوم ١/١٠ أساسى

وللرابع ١٠٠ سم^3 من محلول فوسفات احادية الكالسيوم

رج الدوارق خمسة دقائق ورشح . اختبر فى المترشح للانيونات والكاتيونات المذكورة وكذا للكالسيوم فى كل مترشح

تمرين ٤ : أعد تمرين ٣ باستعمال محاليل أقل تركيزا وأخرى أكثر تركيزا

تمرين ٥ : أعد تمرين ٣ باستعمال تربة رملية بنفس المحاليل وبمحاليل أقل تركيزا

تمرين ٦ : أختبر قدرة امتصاص السليلوز لبعض الصبغات المشهورة Methylene Blue و Eosin باستعمال ورق الترشيح لهذه التجربة وذلك بأن تغمس شريطا من الورق عرضه نحو ١ سم وطوله ٣٠ سم فى محلول الصبغة وشاهد صعود الصبغة مع الماء أو عدم صعودها

دون مشاهداتك من جميع التمارين المذكورة وما الذى تستنتجه منها

من التجارب المذكورة يتضح أن الفحم له قدرة عظيمة على الامتصاص للايونات والمركبات العضوية والغازات على حد سواء وأن الامتصاص يكون أتم كلما كانت درجة تركيز المادة الممتصة أقل . ونستنتج أيضا أن التربة الزراعية الثقيلة تمتص أحسن من التربة الخفيفة الرملية وأن الامتصاص يكون للكاتيون وهنا يتبادل الكاتيون المتمص مع كاتيون يخرج من التربة فى المحلول، غالبا الكالسيوم . أما الانيونات فلا تمتص ماعدا الفوسفات لانها تتفاعل مع بعض مركبات التربة مثل كربونات الكالسيوم فتتكون فوسفات عسرة الذوبان فى الماء . ونستنتج أن السليلوز لا يمتص من الصبغات الا القاعدية، هنا أزرق الميثيلين

جـ - تحليل التربة الزراعية

خصوبة التربة الزراعية وقدرتها على انتاج المحاصيل وبعبارة أعم « التربة قيمة » تتعلق بعدة عوامل كيميائية وطبيعية وحيوية. لتقدير قيمة تربة ما وتعرفها تماما يجب أن نفحصها من هذه الوجوه . على أن الفحص الوصفى لايكفى بأى حال . بل لابد من اجراء تقديرات كمية فى النواحى المذكورة

غير أنه فى الامكان تكوين فكرة أولية عن تربة ما اذا حللناها تحليلا وصفيا وقارناها بنوع أو انواع من تربة معروفة . لذلك يجب تحليل تربة نموذجية معروفة لمقارنة نتائج التربة المراد اختبارها بنتائجها مع ملاحظة أن تكون الكميات المأخوذة للتحاليل من النوعين متساوية بقدر المستطاع حتى يمكن عمل المقارنة المطلوبة . ويعنينا غالبا معرفة مقدار ونوع الغذاء النباتى والمواد الضارة الموجودة بالتربة لمعرفة صلاحيتها للزراعة وقدرتها على الانتاج

يكتفى فى العادة بمعرفة تأثير التربة (رقم PH) وكمية الكربونات والمواد الدبالية الموجودة بها ومعرفة نوع التربة رملية أو طميية أو طينية الخ ثم معرفة المواد القابلة للذوبان فى الماء بتحليل ما نسميه المستخلص المائى . ومن نتيجة تحليل هذا المستخلص نتعرف كمية المواد الغذائية الصالحة مباشرة لتغذية النبات وكذا احتواء التربة على أملاح ضارة . كما يجرى تحليل مستخلص حمض الليمونيك ١٪ (محلول داير) لمعرفة كمية المواد الغذائية التي يمكن أن يستفيد منها النبات . وأخيرا يجرى تحليل مستخلص حمض الكلوروديك لمعرفة كمية الغذاء الكلى فى التربة لملاقته بتحضير غذاء النبات

طريقة العمل : نجهز التربة المأخوذة من الحقل بنشرها فى أوان نظيفة لتجف فى الهواء أى من غير تسخينها ثم تسحق فى هاون خشبى وتنخل فى منخل قطر ثقوبه ٢ ملليمتر ويؤخذ الجزء الذى يمر من الثقوب المسمى « ناعم التربة » للتحليل

١ — التأثير Reaction : ضع ورقة عباد شمس حمراء وأخرى زرقاء فى جفنة صينية صغيرة نظيفة جدا أو فى زجاجة ساعة ثم ضع عليهما نحو ٥ جرام من التربة بحيث

يبقى جزء من الورقتين ظاهرا وبللها بالماء المقطر حتى تصير عجينة خفيفة وانتظر ربع ساعة على الاقل ثم أحكم من تغيير اللون ان كانت التربة قلوية أو متعادلة أو حامضية مع ملاحظة الا يكون بهواء المعمل ابخرة حامضية أو قلوية. اذا احمرت الورقة الزرقاء فاتركها تجف فان ضاع الاحمرار دل ذلك على أنه نتج من ثانى اكسيد الكربون وان بقى دل على أن التربة حامضية والحموضة ناشئة مثلا من حمض الكبريتيك أو من أحماض الدباليك . ويمكن التأكد من وجود حمض الكبريتيك باختبار الكبريتات فى المستخرج المائى. أما اذا ازرقت الورقة الحمراء دل ذلك على أن التربة قلوية ولكن لا يصح أن نجزم بعدم صلاحية التربة للزراعة بسبب الحموضة أو القلوية التي تظهر بالعباد لان معظم النباتات تنمو فى وسط مائل للحموضة أو فى وسط متعادل أو مائل الى القلوية فالحموضة الشديدة أو القلوية الشديدة هى التى تؤثر على النباتات فتعوقها من النمو أو تميتها . ولمعرفة ذلك يجب تقدير رقم PH كما سيأتى بعد

هذا ويمكن اجراء تجربة اولية لاختبار القلوية الشديدة بغمس ورقة فنولفثالين في التربة المبللة بنفس الطريقة المذكورة فى اختبار التأثير بعباد الشمس أو باضافة نقطة من الفنولفثالين لمستخرج التربة المائى المذكور فيما بعد فان احمرت الورقة أو احمر المستخلص دل ذلك على أن رقم PH أكبر من ٨٫٢

٢ — اختبار الكربونات : أضف الى محتويات الجفنة المستعملة فى التجربة السابقة قليلا من حمض الكلوروردريك المخفف وقلب المزيج بقضيب زجاجى واحكم على كثرة وجود كربونات الكالسيوم أو قلته من شدة الفوران أو ضعفه

هذا ويمكن تقدير نسبة الكربونات فى التربة بوجه التقريب بالطريقة الآتية : —

اسحق التربة جيدا فى هاون صينى وخذ منها ٢ جرام وضعها فى أنبوبة اختبار سعة ١٦ ملليمتر تقريبا ثم أضف اليها ماء بحيث يرتفع عن سطح التربة بنحو سنتيمتر ورج الانبوبة ليخرج الهواء الموجود فى التربة . ثم أضف حمض كلوروردريك مخفف بمثل حجم الماء المضاف ورج باحتراس لكى يختلط الحمض بالتربة ولاحظ وجود فوران من عدمه

وشدته ان وجد . فان كان الفوران ضعيفا بحيث لا يكون رغاوى أكثر من حلقة بيضاء بين التربة والمحلول فالتربة تحتوى على ½ — ¼ ٪ كربونات كالسيوم . اما اذا كانت الرغاوى واضحة وكثيرة فالتربة تحتوى على اكثر من ذلك :—

فان كانت طبقة الرغاوى ½ — ١ سم فالتربة تحتوى على ١ — ٢ ٪ كا ك ا٣
وان كانت ١ — ٥ سم فالتربة تحتوى على ٢ — ١٠ ٪ «
« « ٥ — ١٠ سم « « « ١٠ — ٢٠ ٪ «

واذا لم تشاهد رغاوى بالنظر فقرب الانبوبة الى أذنك . فان سمعت ازيزا نتيجة تصاعد ك ا٢ دل ذلك على أن التربة تحتوى على أقل من ½ — ¼ ٪ وطبعا اذا لم تسمع أى ازيز فالتربة خالية من الكربونات . لاحظ أن الازيز المذكور يخالف الصوت الذى تسمعه من انبوبة حتى وان كانت هذه فارغة عند وضعها على أذنك . هذا وان أقل نسبة من كربونات الكالسيوم يجب توفرها فى التربة الزراعية الخصبة هى ½ ٪

هذا وسنذكر فيما بعد بعض الطرق الكمية السهلة المستعملة فى تقدير الكربونات بانواعها — القابلة وغير القابلة للذوبان فى الماء

٣ — نوع التربة : اختبر التربة المنداة بين أصابعك لتعرف ان كانت رملية أو طميية أو طينية او دبالية او وسطا بين اثنين من هذه الانواع . هذا ممكن مع التمرين ومقارنة العينات المجهولة بعينات معروفة

٤ — المواد القابلة للاحتراق : اذا كانت التربة تحتوى على كثير من بقايا عضوية او مواد دبالية فانه يمكن اثباتها بمجرد الحرق فى بودقة صينية وملاحظة التكربن الذى يدل على وجود المادة العضوية والا فتخلط التربة بمسحوق اكسيد النحاس فى انبوبة اختبار جافة ثم يوضع على المزيج طبقة من أكسيد النحاس المسحوق سمكها نحو سنتيمتر وتسخن هذه الطبقة أولا ثم يسخن المزيج ويختبر فى الغازات الناتجة لثانى أكسيد الكربون وذلك بتمريرها بواسطة أنبوبة ملتوية فى ماء جير أو ماء باريتا . الا أنه اذا احتوت التربة على كربونات الكالسيوم فيجب التخلص منها أولا بمعاملة التربة بحامض

مخفف وتجفيفها بعد الترشيح فى درجة حرارة ١٠٠ مئوية تقريبا

هـذا ويمكن اثبات الدبال فى التربة بتسخينها فى درجة الغليان بحامض الكلورودريك عدة دقائق والترشيح وغسيل المتبقى بالماء ثم تسخينه بنحو ٢٠ سم^{٣} من الصودا الكاوية عدة دقائق والترشيح ثانيا. احكم من شدة لون المترشح الاخير على كمية الدبال الموجودة بالتربة . فان كان لون المترشح غامقا دل ذلك على وجود الدبال بكثرة فى التربة .(اجر هذا الاختبار على المتبقى فى تحضير مستخلص حمض الكلوردريك المذكور فيما بعد)

هذا ويعرف ما اذا كان بالتربة دبال مشبع أو غير مشبع بالاختبار الآتى :—

ضع ١ — ٢ جرام تربة فى أنبوبة اختبار وأضف اليها ضعفها أو ثلاثة أمثالها ايدرات نوشادر ٢ ٪ ورج ورشح فى أنبوبة أخرى . فاذا كان المترشح أسمرا دل ذلك على وجود دبال غير مشبع أى حامضى ، أما اذا كان عديم اللون دل ذلك على أن الدبال ـ ان وجد ـ مشبع واذا كان أصفرا فانما دل على وجود خليط من الاثنين

٥ — المستخلص المائى لاختبار المواد القابلة للذوبان فى الماء :—

ضع نحو ١٠ جرام من التربة فى دورق صغير وأضف اليها نحو ٢٥ سم^{٣} ماء مقطر ورج المزيج ثم اتركة نصف ساعة على أن ترجه من آن لآخر . أو سخنه هينا جدا لمدة خمس دقائق ورشح . ولكن لاحظ أنه بالتسخين قد يفقد النوشادر لاسيما اذا أحتوت التربة على كربونات

ا — اختبر فى جزء من المستخلص للقلوية الشديدة بدليل الفنولفثالين باستعمال طبق الالوان لهذا الاختبار

ب — اختبر فى جزء آخر من المستخلص للنوشادر بمحلول نسلر حيث يتكون فى حالة وجوده راسب أحمر أولون أصفر محمر فقط ، على حسب كمية الامونيوم الموجودة . اجر تجربة مقارنة بالماء المقطر اذا التبس عليك الامر . استعمل طبق الالوان لهذا الاختبار أيضا

ج — اختبر فى جزء ثالث من المستخلص للازوتات بمحلول Diphenylamine وذلك باضافة كمية من هذا الكشاف الى كمية مساوية لها تقريبا من المستخلص فى طبق الالوان فان تكون لون أزرق دل ذلك على وجود أزوتات . أجر تجربة مقارنة بالماء المقطر عند اللزوم

د — اختبر فى كميات أخرى من المستخلص للكلورور والكبريتات والفوسفات كالمعتاد وللثيوسيانات باضافة نقطة من محلول كلورور الحديديك حيث يتكون لون أحمر دموى فى حالة وجود الثيوسيانات . وآخر للكبريتور باضافة نقطة من الصودا الكاوية وقليل من محلول نتروبروسيد الصوديوم حيث يتكون لون أحمر بنفسجى فى حالة وجود كبريتور

ه — اختبر للكالسيوم فى جزء من المستخلص اذا كان خاليا من الحديد أو فى مترشح ايدرات الحديديك أن وجد الحديد وذلك بالتحميض بالخليك وتسخين المحلول واضافة اكسالات امونيوم ساخنة ، فان تكون راسب دل ذلك على وجود كالسيوم

رشح الراسب ان تكون وأختبر فى المترشح للمغنيسيوم باضافة ايدرات النوشادر وكلورور نوشادر وفوسفات صوديوم كالمعتاد أو باختبار اليزارين بوردو . بخر مترشح الكالسيوم للجفاف وأختبر للبوتاسيوم والصوديوم باللهب

٦ — مستخلص حمض الليمونيك : ضع نحو ١٠ جرام تربة فى دورق صغير وأضف اليها نحو ٢٥ سم^3 حمض ليمونيك ١ ٪ وسخن هينا لمدة خمس دقائق ورشح . قسم المستخلص الى جزئين بنسبة ١ : ٢ تقريبا وبخرها للجفاف فى جفنة وأحرق المتبقى للتخلص من حمض الليمونيك . أختبر فى الجزء الاصغر للبوتاسيوم بالاذابة فى الماء والترشيح باضافة كوبلتى أزوتيت صوديوم على المترشح بعد تحميضه ببضع نقط قليلة من حامض الخليك . واضف للجزء الآخر الاكبر حامض أزوتيك مخفف وسخن ورشح عند اللزوم واختبر في جزء من المترشح للفوسفات بمولبدات الامونيوم وفى جزء آخر للكالسيوم والمغنيسيوم وذلك باضافة ايدرات نوشادر حتي يصير المحلول قلويا

وفصل الراسب ان تكون واهماله ثم التحميض بالخليك واختبار الكالسيوم باضافة اكسالات امونيوم والاستمرار فى العمل كما هو موضح فى المستخلص المائى لاختبار البوتاسيوم

٧ — مستخلص حمض الكلورودريك : ضع حوالى ١٠ جرام تربة فى دورق صغير وأضف اليها نحو ٥٠ سم٣ حامض كلورودريك قوى (١ : ١) واغل نحو عشر دقائق ورشح . اختبر الدبال فى المتبقى كما سبق وفى المترشح (المستخلص) للفوسفات والكاتيونات كما يأتى :—

خذ نصف المستخلص وبخره للجفاف في جفنة صينية واحرق المتخلف حرقا هينا حتى تتحول المادة الى مسحوق احمر مسمر ثم عامله بنحو ١٠سم٣ ماء ورشح. اختبر فى المترشح للبوتاسيوم بكوبالتى أزوتيت الصوديوم بعد تحميضه بنقطة من حامض خليك. أضف للمتبقى نحو ١٠ سم٣ من حامض الازوتيك المخفف واغل حتى يتركز المحلول للنصف تقريبا ورشح عند اللزوم واختبر فى المذاب للفوسفات بمولبدات الامونيوم . خذ النصف الثانى من المستخلص واكسد الحديدوز ان وجد باضافة قليل من حمض الازوتيك المركز والغليان ثم افصل الحديد والالومنيوم باضافة ايدرات النوشادر والغليان حيث تنفصل الفوسفات فى نفس الوقت فى صورة فوسفات الومنيوم وحديد لقلتها فى العادة . رشح الراسب المتكون واختبر فى المترشح للكالسيوم والمغنيسيوم بتحميضه بالخليك واضافة اكسالات امونيوم ساخنة والاستمرار فى العمل كما هو موضح فى المستخلص المائى لاختبار المغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم

اكتب تقريرا مفصلا برايك فى التربة التى حللتها مستندا على نتيجة التحليل وبماذا تنصح لاصلاح الارض ان كانت فى حاجة الى اصلاح . وكيف تسمدها ان كانت فى حاجة الى التسميد مع ذكر صورة العناصر السماوية اللازمة وكيفية استعمال الاسمدة عند التسميد

د - تحليل الاسمدة

كما أن التحليل الوصفى للتربة الزراعية والمياه لايكفي لتعرفها تماما فكذا لا نستطيع من التحليل الوصفى للاسمدة أن نعرف غشها فى كثير من الاحوال . فنترات الصودا الشيلى مثلا المحتوية على ١٥٫٥ ٪ أزوت عبارة عن حوالى ٩٥ ٪ أزوتات صوديوم ، ٥ ٪ كلورور صوديوم وشوائب أخرى . فالتحليل الوصفى لايظهر هـذه النسب بل يدلنا فقط على وجود أزوتات وكلورور وصوديوم . ومن هذا يتضح أنه قد يخلط السماد المذكور بملح الطعام زيادة عن الموجود به ويباع . فللوقوف على أن السماد مغشوش لابد - بعد تحليله وصفيا - من تقدير الازوتات كميا . وما قيل عن نترات الصودا يمكن أن يقال عن جميع الاسمدة . على أن طرق الغش كثيرة وتختلف حسب نوع السماد

وعلى كل حال فالتحليل الوصفى يمكننا أن نميز الاسمدة من بعضها ومن ان نعرف مقدار نقاوتها بوجه التقريب . ذلك بمقارنة « شدة » التفاعلات التى تحدث عند الكشف عن الاسمدة المراد اختبارها ومقارنتها بعينات غير مغشوشة

تمييز الاسمدة: لما كانت الاسمدة لاتخرج عن كونها مركبات أزوتية أو فوسفاتية أو بوتاسيـة أو جيرية أو خليط من اثنين منها أو أكثر فمن السهل معرفة العناصر السمادية المكونة لمخلوط باجراء اختبارات المركبات المذكورة كما يمكن تعيين الاسمدة في بعض الاحوال باختبار الشوائب المميزة لها أيضا . فما علينا اذاً الا اجراء تحليل وصفى لنستخلص من نتائجه مكونات المخلوط مع مراعاة مكونات الاسمدة على الاخص فلا نبحث مثلا عن الزئبق أو الرصاص أو النحاس أو المنجنيز

يمكن تقسيم تحليل الاسمدة الى ثلاث خطوات رئيسية :—

١ — اختبارات أولية ٢ — اختبار المستخرج المائى ٣ — اختبار الغير ذائب في الماء

١ — الاختبارات الاولية :

ا — اختبر المادة بسلك البلاتين فى لهب بنزن الغير مضىء

ب — اختبر فى جزء من المادة للكربونات ولكبريتور الايدروجين باضافة حمض مخفف والتسخين عند اللزوم

ج — اختبر فى جزء آخر من المادة للامونيوم باضافة الصودا الكاوية

د — اختبر للمركبات العضوية الازوتية (البروتينية) بتسخين جزء من المادة على شقفة صينية ، فان ظهرت رائحة الشعر المحروق دل ذلك على وجود سماد عضوى كالدم المجفف او اللحم أو مسحوق العظام

هـ — اذا كانت المادة خالية من أملاح الامونيوم فأضف لجزء منها صودا جيرية وسخن المزيج فى انبوبة احتراق واختبر فى الغازات الناتجة للنوشادر فان وجدته دل ذلك على وجود مركبات عضوية أزوتية أو سيانميد

اذا كانت المادة تحتوى على أملاح أمونيوم فلا يصح اجراء هذا الاختبار الا بعد التخلص منها ، وذلك بغسلها مرات عديدة بالماء الساخن ثم تجفيف المتبقى وخلطه جافا بالصودا الجيرية

و — اغمس مغناطيسا جافا فى مخلوط السماد ثم أخرجه ولاحظه ، فان كان قد علق به حديد دل ذلك على وجود سماد خبث المعادن

٢ — اختبار المستخرج المائى : أضف لجزء من المادة قليلا من الماء المقطر (٢٠ سم^{٣} بالتقريب) وسخن هينا ورشح . اغسل المتبقى على ورقة الترشيح وأهمل ماء الغسيل . احتفظ بالمتبقى لاجراء اختبارات الغير ذائب عليه

ا — اختبر تأثير المستخرج بورقة عباد الشمس ، فان احمرت دل ذلك على وجود أسمدة حامضية التأثير كالسوبرفوسفات وان ازرقت دل ذلك على وجود أسمدة قلوية التأثير كالسيانميد

ب — اختبر فى المستخرج المائى مباشرة (من غير حاجة الى عمل مستخرج

كربونات الصوديوم) للازوتات والفوسفات والكلورور والكبريتات (والثيوسيانات)
واختبر للكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم ولاحظ أنه لايصح اختبار البوتاسيوم بازوتيت الكوبلت والصوديوم الا اذا كان المحلول خاليا من أملاح الامونيوم والا وجب تبخيره للجفاف (بعد فصل الكالسيوم ان وجد) وتسخين المتبقى حتى تطرد جميع أملاح الامونيوم . كما لا يصح اختبار الصوديوم بمحلول بيروانتيمونات البوتاسيوم الحامضية الا فى حالة عدم وجود المغنيسيوم والامونيوم . على أنه فى تحليل الاسمدة يكتفى عادة باختبار اللهب للصوديوم والبوتاسيوم

٣ — اختبار الغير ذائب فى الماء : عادة يكون فوسفات كاسيوم غير ذائبة. كربونات كالسيوم ، سيانميد الجير ، مركبات عضوية ، كربون ، حديد

ا — اختبر فيه للفوسفات وذلك باذابة جزء منه فى حمض الازوتيك المخفف والترشيح عند اللزوم

فى حالة وجود مركبات بروتينية (مسحوق قرون ، لحم مجفف الخ) تتكون محاليل غروية ترسب غالبا باضافة موليبدات الامونيوم فتؤثر فى اختبار الفوسفات . فى هذه الحالة يجب حرق المادة ثم اذابتها فى حمض الازوتيك المخفف والترشيح عند اللزوم واجراء اختبار الفوسفات فى المذاب الناتج

ب — اختبر فى جزء آخر للحديد والكالسيوم باذابته فى حمض الكلورودريك المخفف والترشيح اذا دعى الامر . والاستمرار فى العمل كالمعتاد

ج — اذا ثبت من الاختبار الاولى عدم وجود مركبات أزوتية عضوية (بروتين) فاختبر فى جزء ثالث السيانميد وذلك بتجفيف المتبقى وتسخينه مع الصودا الجيرية .
استعمل دائما محاليل متوسطة التركيز حتى يمكنك بمقارنة شدة التفاعلات تمييز الشوائب من المكونات الاساسية . واستنتج الاسمدة المكون منها المخلوط من نتائج التحليل . مع مراعاة الملاحظات الهامة الآتية :ـ

ملحوظة ١ : الاسمدة العضوية وخاصة الدم المجفف واللحم المجفف لها فى العادة رائحة غير مقبولة

ملحوظة ٢ : السيانميد يطفو معظمه على الماء أما خبث المعادن فيرسب فى الماء

ملحوظة ٣ : اذا وجدت الفوسفات فى المستخلص المائى فالمخلوط يحتوى فى الغالب على سوبرفوسفات عادى (اومكرر) ، وفى هذه الحالة يوجد كالسيوم وكبريتات فى المستخلص المائى كما يوجد فوسفات وكبريتات ايضا فى الجزء غير الذائب فى الماء . فاذا لم توجد فوسفات فى غير الذائب فالمخلوط يحتوى على سماد من الاسمدة المركبة الحديثة مثل النتروفوسكا والـ Leunaphos . وليس من الضرورى فى هذه الحالة وجود كالسيوم فى المستخلص المائى

ملحوظة ٤ : اذا وجد البوتاسيوم بكثرة فى المستخلص المائى فطبيعى أن توجد الكبريتات والكلورور اذ أن اهم الاسمدة البوتاسية الشائعة هما سلفات وكلورور البوتاسا. بصرف النظر عن نترات البوتاسا الذى لم يتمكن من الانتشار فى السوق بعد

ملحوظة ٥ : اذا كان تأثير السماد أو مخلوط الاسمدة حامضيا فيرجح وجود سماد السوبرفوسفات أو سلفات النوشادر . وان كان التأثير قلويا فيرجح وجود السيانميد أو خبث المعادن

ملحوظة ٦ : لاختبار السيانميد فى حالة وجود أسمدة عضوية أزوتية تعرف برائحة الشعر المحروق عند حرقها يجب حرق الجسم الصلب حتى تتطاير المادة العضوية ثم يخلط المتبقى بالصودا الجيرية ويسخن فى انبوبة احتراق فان تصاعد غاز النوشادر دل ذلك على وجود السيانميد

ملحوظة ٧ : يلاحظ أحيانا أنه فى اختبار الفوسفات بمولبدات الامونيوم يتكون راسب اخضر بدلا من الراسب الاصفر وذلك فى حالة عدم اضافة حامض ازوتيك للمحلول وتسخينه قبل اضافة المولبدات . ويرجع ذلك فى الغالب الى وجود مواد مختزلة خصوصا كبريتور الايدروجين فى حالة وجود خبث المعادن . غير أنه بالتسخين يتحول الراسب الى اللون الاصفر

ملحوظة ٨ : الفوسفات غير الذائبة قد تكون من السوبرفوسفات أو من

الفوسفات المعدنية أو من خبث المعادن أو من الاسمدة العضوية وخاصة مسحوق العظام أو اللحم المجفف . للتأكد من وجود خبث المعادن يذاب المتبقى بعد الاذابة فى الماء فى حامض كلورودريك ويختبرفيه للحديدوز بسيانور البوتاسيوم والحديديك فان تكون راسب أزرق واضح فالمخلوط يحتوى على خبث معادن

ملحوظة ٩ ـ من الاسـمدة المحليـة المعروفة فى مصر السباخ الـكفرى والطفل والماروج ، وأهم عنصر سمادى فيها هو الازوت فى صورة ازوتات . أما الجير والجبس فهما من المخصبات التى تستعمل فى اصلاح الاراضى. الجير المطفأ يذوب قليلا فى الماء وتأثيره قلوى ويعطى اختبار الكالسيوم فى المحلول المائى ويحتوى على كـربونات كالسيوم. والجبس يذوب أيضا بقلة فى الماء ويعطى اختبار الكالسيوم والكبريتات فى المحلول المائى

وفيما يلى أهم الاسمدة الصناعية المعروفة . والجداول صفحة ٧٠ — ٧٣ تبين تركيب اهم هذه الاسمدة والشوائب الموجودة فيها وقابليتها للذوبان وخواصها ومميزاتها الخاصة :ـ

اسمدة اوزوتية

نترات الصودا الشيلى
نترات الصودا الشيلى المحبب
نترات الصودا الصناعى
نترات الجير الالمـانى
نتروشـولك
نوشادر بت المجرى
كالنترو (المانى)
سلفات النوشادر
نتروسلفات النوشادر
سيانميد الجير
اليوريا

اسمدة فوسفاتية

سوبرفوسفات عادى
سوبرفوسفات مكرر
خبث المعادن
فوسفات معدنية
ايفوس
ثيوفوسفات

اسمدة بوتاسية

سلفات البوتاسا
كلورور البوتاسا

اسمدة مركبة

نترات البوتاسا
نتروفوسكا
Ammo-Phos-Ko
Leunaphos

اسمدة عضوية

الدم المجفف
اللحم المجفف
مسحوق العظام
جوانو الطيور
البودريت

الاسمدة الازوتية

السماد	التركيب الكيمياوى ونسبة العنصر السمادى	الخواص المميزة طبيعية وكيماوية	ملاحظات
١ـ نترات الصودا الشيلى	ص زا٣ + شوائب ص كل + اثار ص٢ كب ا٤ ١٥٫٥ ٪ أزوت أزوتات	أبيض مشرب بحمرة ثقيل متبلور يذوب فى الماء يعطى اختبار الازوتات . ولون أصفر فاقع فى اللهب	يعرف عند الفلاحين بالملح
٢ـ نترات الصودا الشيلى المحبب	ص زا٣ + اثار ص كل ١٦٪ أزوت أزوتات	أبيض محبب يعطى الاختبارات السابقة	يشبه نترات الجير الالمانى شكلا الا أنه غير متميع
٣ـ نترات الصودا الصناعى	يشبه نترات الصودا الشيلى المحبب ١٦٪ ازوت أزوتات	أبيض مسحوق أو محبب قليلا	يوجد نوع محبب اسمه اركاديان
٤ ـ نترات الجير الالمانى	كا (زا٣)٢ وماء + أزوتات أمونيوم ١٥٫٥ ٪ أزوت (١٤٫٧٥ أزوت أزوتات + ٠٫٧٥ أزوت أمونيوم)	ابيض ناصع محبب متميع يعطى اختبار الازوتات والكالسيوم فى المحلول المائى ويعطى زيد٣ بقلوة بالصودا الكاوية	يشبه الشيلى المحبب ولكنه متميع . نترات الامونيوم تضاف لرفع نسبة الازوت ولتسهيل التبلور
٥ـ سلفات النوشادر	(زيد٤)٢ كب ا٤ ٢٠٫٦ ٪ أزوت أمونيوم	أبيض أو مصفر يذوب بسهولة فى الماء تأثيره حمضى خفيف يعطى اختبار الكبريتات والنوشادر	يوجد نوع ابرى وآخر مسحوق ناعم خفيف الوزن

تابع الاسمدة الازوتية

السماد	التركيب الكيماوى ونسبة العنصر السمادى	الخواص المميزة طبيعة وكيماوية	ملاحظات
٦ ـ نتروشوك	زيد٤ ز ا٣ + كا ك ا٣ ١٥٫٥ ٪ أزوت أزوتات وأزوت نوشادرى مناصفة	ترابى اللون محبب متميع لا يذوب كله فى الماء . يعطى اختبار الازوتات والامونيوم ويعطى فوران بالاحماض	تتراوح نسبة كا ك ا٣ فى هذه الاسمدة الثلاثة من ٤٠ ـ ٦٠ ٪ تقريبا حسب نسبة الازوت فيها
٧ ـ كالنترو	زيد٤ زا٣ + كا ك ا٣ ٢٠٫٥٪ أزوت أزوتات ونوشادر مناصفة	اخضر محبب . يعطى اختبارات النتروشوك	
٨ ـ نوشادر بت	زيد٤ زا٣ + كا ك ا٣ ١٧ ٪ أزوت أزوتات ونوشادر مناصفة	ابيض رمادى محبب يعطى اختبارات النتروشوك	
٩ ـ نتروسلفات النوشادر	(زيد٤)٢ كب ا٤ + زيد٤ زا٣ ٢٦ ٪ أزوت (١٩ ٪ أزوت ازوتات + ٧٪ ازوت امونيوم)	كريم اللون عادة يذوب بسهولة فى الماء اذا خزن يتحجر . يعطى اختبارات الازوتات والامونيوم والكبريتات	يوجد منه انواع تختلف فى لونها قليلا بين أبيض مصفر و اصفر ترابى .
١٠ ـ سيانميد الجير	كا ك ز٢ + ك + شوائب كا ك٢ ، كا ا ١٦ ـــ ٢٠ ٪ ازوت اميدى	اسود بزرقة . خفيف الوزن . يطفو على الماء . تأثيره قلوى . بترطيبه بالاحماض يتصاعد يد٢ ك٢ ، يد٢ كب ، فو يد٣ . يعطى نوشادر مع الصودا الجيرية	يوجد منه انواع بها نسب مختلفة من الازوت . منها ماهو على هيئة مسحوق ناعم وهو العادى ومنها ماهو محبب

الاسمدة الفوسفاتية

السماد	التركيب الكيماوى ونسبة العنصر السمادى	الخواص المميزة طبيعة وكيماوية	ملاحظات
١ ــ سوبر فوسفات	كا(يد$_٢$فوا$_٤$)$_٢$ + كاكب ا$_٤$ ، يد$_٣$فوا$_٤$ ، كا يد فوا$_٤$ ، كا$_٣$(فوا$_٤$)$_٢$ ١٦ — ٢٠ ٪ فو$_٢$ا$_٥$ معظمه فى صورة كا(يد$_٢$فوا$_٤$)$_٢$	ترابى اللون يظهر رطبا . لا يذوب كله فى الماء . تأثيره حامضى يعطى اختبار الفوسفات والكالسيوم والكبريتات فى المستخلص المائى وفى غير الذائب	يوجد به ايضا آثار حديد وكذا الومنيوم وسليكات الخ بقلة
٢ ــ سوبر فوسفات مكرر	كا(يد$_٢$فوا$_٤$)$_٢$ + شوائب كثيرة ٤٠٪ فو$_٢$ا$_٥$ وأكثر معظمه كا(يد$_٢$فوا$_٤$)$_٢$	ترابى اللون . تأثيره حامضى . يعطى اختبار الفوسفات والكالسيوم في الماء	الجزء غير الذائب اقل منه فى السوبر فوسفات العادى
٣ ــ خبث المعادن	كا$_٤$فو$_٢$ا$_٩$ ؟ + حديد واثار كبريتور ١٠ — ٢٠ ٪ فو$_٢$ا$_٥$	اسود رمادى ثقيل يرسب فى الماء ولا يذوب فيه . يوجد به حديد يفصل بالمغناطيس . بالحمض يتصاعد يد$_٢$ كب يوجد فوسفات وحديد وكالسيوم فى المحلول الحامضى	اذا لم يسخن الذائب فى حمض الكلورودريك قبل اضافة المولبدات فان الراسب المتكون يكون اخضرا ثم يصفر بالتسخين
٤ ــ فوسفات معدنية وايفوس وثيوفوسفات	كا$_٣$(فوا$_٤$)$_٢$ + كاك ا$_٣$ + سليكات الخ ١٥ — ٢٥ ٪ فو$_٢$ا$_٥$	أصفر اللون أو ترابى ناعم لا يذوب فى الماء . فوران مع الاحماض . فوسفات وكالسيوم فى المحلول الحامضى	يحتوى بعضها على كبريت يعرف بالرائحة النفاذة عند حرق السماد

السماد	التركيب الكماوى و نسبة العناصر السمادية	الخواص المميزة طبيعية و كيماوية	ملاحظات
سلفات البوتاسا	بو$_2$ كب ا$_4$ + بو كل ، مغ كب ا$_4$ بقلة	كلاهما ترابى اللون جاف ثقيل يذوب في الماء . لون بنفسجى فى اللهب يظهر قرمزيا خلال زجاجة الكربلت	هو افضل الاسمدة البوتاسية
كلورور البوتاسا	بو كل + بو$_2$ كب ا$_4$ ، مغ كب ا$_4$ بقلة ٤٨ — ٥٢ ٪ بو$_2$ ا فى السمادين		
الاسمدة العضوية			
مسحوق العظام	كا$_3$ (فو ا$_4$)$_2$ + كا ك ا$_3$ بقلة + مركبات عضوية ٢٢ ٪ فو$_2$ ا$_5$ ، ٣ ٪ أزوت عضوى	تظهر قشور العظام البيضاء المصفرة فوران ضعيف مع الاحماض . فوسفات وكالسيوم فى المحلول الحمضى	بحرق هذه الاسمدة تظهر رائحة الشعر المحروق و بالتسخين مع الصودا الجيرية تظهر رائحة النوشادر
الدم المجفف	١٠٫٥ ٪ أزوت عضوى ٢ ٪ تقريبا فو$_2$ ا$_5$ ، بوتاسيوم وصوديوم بقلة	احمر قاتم ذو رائحة كريهة . فوسفات فى الغير ذائب بكمية قليلة	
اللحم المجفف	مواد عضوية ازوتية وفوسفات وشوائب ٧ ٪ أزوت عضوى ، ٤ ٪ فو$_2$ ا$_5$	اسمر ذو رائحة كريهة . فوسفات فى الغير ذائب	نسبة الازوت فى السماد المحضر فى الجبل الاصفر لا تزيد عادة عن ٣ ٪
البودريت	مادة ترابية عضوية بها شوائب كثيرة ٧ ٪ أزوت ؛ ٢ — ٤ ٪ فو$_2$ ا$_5$ ٢ — ٤ ٪ بو$_2$ ا	أسمر أو ترابى حسب طريقة التحضير	

د تحليل المياه

نتائج تحليل المياه لايمكن الاعتماد عليها الا اذا كان التحليل كميا . ويحتاج الانسان لذلك لنحو لتر من الماء . غير أنه يمكننا اجراء تحليل وصفى كما فعلنا فى تحليل التربة الزراعية والاسمدة لتكوين فكرة أولية عن صلاحية المياه المختبرة للاغراض المختلفة كالشرب أو الرى . وهنا أيضا يجب عمل مقارنة بمياه معلومة . وتشمل الاختبارات ما يأتى : —

١ — العكارة واللون : ضع الماء المراد اختباره فى مخبار زجاجى عديم اللون طوله حوالى ٧٠ سم وضع فى مخبار آخر مماثل لهذا تماما ماءا مقطرا على أن يكون ارتفاع السائل في المخبارين واحدا ثم ضعهما على ورقة بيضاء وانظر فى السائلين من أعلى وقارنهما من حيث اللون والعكارة

٢ — الرائحة والطعم: تظهر رائحة الماء بوضوح بتسخين ١٠٠ — ٢٠٠ سم^{3} منه فى دورق ذى فوهة واسعة على درجة حرارة ٤٠ مئوية تقريبا اذ تظهر رائحة النوشادر أو كبريتور الايدروجين أو غاز الاستصباح . واذا ثبت أن الماء يحتوى على كبريتور الايدروجين فيجب اضافة بضع نقط من كبريتات النحاس للماء لكى تزول رائحة الايدروجين المكبرت ويمكن اثبات وجود روائح اخرى ناتجة من مواد متعفنة مثلا

٣ — الكلورور : بأزوتات الفضة ٤ — الكبريتات: بكلورور الباريوم

٥ — الفوسفات : بمولبدات الامونيوم بعد تركيز الماء جيدا

٦ — الازوتيت : حمض الماء ببضع نقط من حمض الكبريتيك ثم اختبر بمحلول النشا ويودور البوتاسيوم أو بورق النشا واليودور يظهر لون أزرق فى حالة وجود الازوتيت

٧ — الازوتات بمحلول Diphenylamine باضافة حوالى ٢ سم^{3} منه الى حوالى ١ سم^{3} من الماء فى جفنة صغيرة . او اجراء تجربه الحلقة بحيث يوضع المحلول المذكور فى انبوبة الاختبار اولا ثم يوضع الماء على جدران الانبوبة بكل احتراس . لون

أزرق أو حلقة زرقاء يدل على وجود أزوتات

ولكن يلاحظ أن الازوتيت تعطى هذا الاختبار أيضا اى انه ليس خاصا بالازوتات. فاذا ثبت وجود الازوتيت فلا بد من التخلص منها أولا قبل اجراء الاختبار . ويمكن التخلص من الازوتيت باضافة محلول مشبع من اليوريا والتحميض بحمض الكبريتيك المخفف . وفى هذه العملية ايضا تتكون آثار من الازوتات ولكنها قليلة ويمكن التغاضى عنها

٨ ــ النوشادر : بمحلول نسلر يتكون راسب احمر أو لون أحمر أو أحمر مصفر حسب كمية النوشادر الموجودة

٩ ــ كبريتور الايدروجين : يختبر للغاز بورق خلات الرصاص. وللكبريتورات الذائبة باضافة بضع نقط من الصودا الكاوية ثم نتروبروسيد الصوديوم يتكون لون بنفسجى

١٠ ــ الرصاص : بتمرير كبريتور الايدروجين فى الماء . لون أسمر أو راسب اسمر يدل على وجود الرصاص

١١ ــ الحديدوز والحديديك : يختبر لهما كالمعتاد . فقط يحسن اختبار الحديديك بثيوسيانات البوتاسيوم الذى يكون لونا احمرا دمويا لان هذا الاختبار حساس جدا

١٢ ــ الكالسيوم والمغنيسيوم : الاول باضافة نوشادر (للتخلص من الحديديك والألومنيوم ان وجدا ، وترشيح الراسب المتكون) واكسالات امونيوم ساخنة . راسب متبلور يدل على وجود الكالسيوم . يختبر فى مترشح هذا الراسب للمغنيسيوم كالمعتاد بفوسفات وكلورور وايدرات الامونيوم يتكون راسب متبلور فى حالة وجود المغنيسيوم، أو باليزارين بوردو يتكون راسب أزرق نقى أو لون أزرق نقى حسب كمية المغنيسيوم

١٣ ــ مواد عضوية ومواد مختزلة : أضف الى نحو ١٠٠ سم^{٣} من الماء نحو ١٠ نقط من حمض الكبريتيك المخفف ثم عدة نقط من محلول مخفف من برمنجات البوتاسيوم (لونه وردى) بحيث يصير لون الماء محمرا خفيفا ثم سخن فان زال اللون دل ذلك على وجود مادة عضوية أو مادة مختزلة. ويمكن معرفة كثرة وجود هذه المواد

أو قلتها من كمية برمنجنات البوتاسيوم التي يمكن اضافتها للماء بحيث يبقى هـذا محمرا بعد الغليان

١٤ — عسر الماء : يعتبر الماء عسرا اذا احتوى على أملاح كالسيوم أو مغنيسيوم ويسمى العسر مؤقتا اذا نشأ من وجود بيكربونات الـكالسيوم وفى هـذه الحالة يمكن ازالة العسر بالغليان حيث يتكون كربونات الـكالسيوم ويتصاعد ثانى اكسيد الكربون. ويسمى العسر مستديما اذا لم يمكن ازالته بالغليان وينتج من وجود كبريتات أو كلورور الكالسيوم والمغنيسيوم عادة

اغل الماء فان تكون راسب دل ذلك على وجود عسر مؤقت

رشح ثم اختبر فى المترشح للـكالسيوم والمغنيسيوم والكبريتات والـكلورور واحكم على وجود عسر متسديم من نتيجة الاختبار

العسر الـكلى هو عبارة عن مجموع العسر المؤقت والعسر المستديم

يقاس العسر بالدرجات وكل درجة (فى المانيا) عبـارة عن ملليجرام واحد كا ا أو مايكافئها من مغ ا فى ١٠٠سم ٣ ماء.(١ ملليجرام مغ ا تكافىء ٤ ١,ملليجرام كا ا)

اذكر كيف تعالج عسر الماء بانواعه

تقدير رقم PH

لا يصح ترشيح أى محلول يراد تقدير رقم PH له فى ورق الترشيح لان هذا يغيره . اذا كان الترشيح ضروريا فتستعمل شمعـة الترشيح أو تستعمل آلة القـوة المركزية الطاردة للحصول على محلول رائق

لتقدير PH تستعمل طريقتان رئيسيتان :—

١ — طريقة الادلة ٢ — الطريقة الالـكترومترية (الكهربائية)

سنكتفى بشرح طريقة الادلة لسهولة اجرائها ولانها لاتحتاج الى أجهزة خاصة

طريقة الاولى: تستعمل هذه الطريقة على جملة أشكال ونبتدىء دائما عند اجراء أى واحدة منها بعمل تجربة أولية لمعرفة موقع رقم PH بوجه التقريب ويستعمل لذلك بدلا من العباد دليل مخصوص معروف باسم Merck's Universal Indicator (دليل Merck العام) وذلك بان نضع ٨ سم^{٣} من المحلول المراد اختباره فى جفنة صينية ونضيف له نقطتين من هذا الدليل فيتلون المحلول بلون مخصوص حسب درجة تركيز الايدروجين المتأين فيه أى حسب رقم PH له . نقارن اللون النـاتج بمجموعة الالوان المرفقة مع دليل Merck والمقرونة برقم PH لكل لون،حيث تبتدىء بالعدد ٤ وتنتهى بالعدد ٩ ويختلف كل لونين متجاورين بمقدار $\frac{١}{٢}$. اذا لم توجد مجموعة الوان Merck فيمكن عملها بأن نأخذ محاليل منظمة مختلفة ومعروفة أرقام PH لها ونضع من كل منها ٨ سم^{٣} فى جفنات صينية ونضيف فى كل محلول نقطتين من الدليل فتتلون المحاليل بألوان مجموعة Merck . والجدول الآتى يبين لنا كيفية تحضير المحاليل المنظمة ذات أرقام PH المعينة حيث يستعمل المحلول ستراتالصوديوم $\frac{١}{٢}$ جزىء من الملح ثنائى الصوديوم فى لتر من الماء ولمحلول فوسفات البوتاسيوم وفوسفات الصوديوم $\frac{١}{١٥}$ جزىء من كل منهما فى لتر من الماء ، أما محلول ايدرات الصوديوم وحامض الـكلورودريك فعشر أساسى والجدول هو : —

٥٫٥ سم^{٣} سترات + ٤٫٥ سم^{٣} يد كل $\frac{١}{١٠}$ أساسى يعطى PH = ٣٫٩٥

٧٫٠ » » + ٣٫٠ » » » » » = ٤٫٤٥

٩٫٥ » » + ٠٫٥ » » » » » = ٤٫٨٩

٩٫٥ » » + ٠٫٥ » ص ايد $\frac{١}{١٠}$ » » » = ٥٫٠٢

٧٫٠ » » + ٣٫٠ » » » » » = ٥٫٥٧

٩٫٥ » بويد$_{٢}$فوا$_{٤}$ + ٠٫٥ سم^{٣} ص$_{٢}$ يدفوا$_{٤}$ » » = ٥٫٦٠

٩٫٠ » » + ١٫٠ » » » » » = ٥٫٩١

٧٫٠ » » + ٣٫٠ » » » » » = ٦٫٤٧

٤٫٠ سم^3 بويد$_2$فوا$_4$ + ٦٫٠ سم^3 ص$_2$ يدفوا$_4$ يعطى رقم PH = ٦٫٩٨
٣٫٠ » » + ٨٫٠ » » » » » = ٧٫٣٥
٠٫٥ » » + ٩٫٥ » » » » » = ٧٫٨٦
صفر » + ١٠٫٠ » » » » » = ٨٫٣٠

ملحوظة : يمكن معرفة الدليل المناسب وبالتالى معرفة رقم PH بالتقريب بالطريقة الآتية : نختبر جزءا من المحلول أولا بورقة عباد الشمس الزرقاء والحمراء وبالفنولفثالين لنعرف بالتقريب ان كان المحلول حامضيا أو قلويا أو متعادلا ثم نضع ٥ سم^3 من المحلول فى أنبوبة أختبار ثم نضيف اليه خمس نقط من أحد الادلة ذات اللونين المدونة فى الجدول صفحة ٧٩ ونرج فان كان اللون الناتج خليطا بين لون الدليل فى المحلول عند مايكون رقم PH له صغيرا وبين لونه فى المحلول عند مايكون PH له كبيرا كان هو الدليل المناسب والا يجرب دليل آخر وهكذا ، وطبعا تجربتا العباد والفنولفثالين تساعدان فى أختيار الدليل المناسب

سنكتفى بذكر طريقة واحدة من طرق الادلة ونختار طريقة Gillespie

طريقة **Gillespie**

نأتى بثمانية عشر أنبوبة أختبار متساوية فى القطر تماما ومن زجاج جيد وعديم اللون ونضع فى كل واحدة ١٠ سم^3 ماء مقطر ثم نجعل تسعة منها حامضية باضافة كمية مخصوصة من مادة حمضية مخصوصة . والتسعة الاخرى نجعلها قلوية باضافة كمية مخصوصة من قلوى مخصوص ثم نضع التسعة أنابيب الحامضية أمام التسعة القلوية (كل أنبوبة من الحامضية أمام أنبوبة من القلوية) ثم نضف لانابيب المجموعة الحامضية من اليمين الى اليسار الدليل الملائم بحيث نضيف للانبوبة الاولى نقطة واحدة وللثانية نقطتين وللثالثة ثلاثة الخ حتى التاسعة تسع نقط ، أما المجموعة القلوية فنضيف الدليل بنفس الطريقة ولكن

نبتدىء من اليسار وننتهى فى اليمين . بهذا يكون عدد نقط الدليل فى كل أنبوبة من المجموعة الحامضية والانبوبة التى خلفها من المجموعة القلوية = ١٠ بعد أن يخلط الدليل بالمحلول بالرج يصير عندنا أنابيب المقارنة المطلوبة ، ويلاحظ فيها أن الالوان الناتجة في كل زوج من الانابيب يخالف اللون فى الزوج الذى يليه وفى هذا يخالف الذى يليه وهلم جرا ، لان اللون فى الزوج الايسر يطابق لون الدليل فى ناحية رقم PH الصغير وفى الزوج الايمن يطابق لونه فى ناحية رقم PH الاكبر والازواج فيما بينهما تطابق ألوان محاليل تقع فيما بين ذلك أى ان كل لون ينتج فى زوج من الانابيب يطابق رقم PH خاص

هذا وقد وجد Gillespie علاقة بين نسبة عدد النقط فى الانبوبتين وبين PH وضعها فى المعادلة الآتية

$$PH = Pk + \log \frac{d1}{d2}$$

حيث d1 = عدد نقط الدليل فى الانبوبة القلوية ، d2 عدد نقط الدليل فى الانبوبة الحامضية ، Pk عبارة عن عدد ثابت للدليل ويختلف من دليل لآخر . والجدول الآتى يبين Pk لسبعة أدلة مستعملة وكذا مجال استعمال هذه الادلة وتغيير ألوانها ودرجة تركيز محاليلها المستعملة :—

درجة تركيز الدليل	تغيير اللون	مجال PH	PK	الدليـل
٠٫٠٤٪	اصفر — ازرق	٣٫٠—٤٫٦	٤٫١	Brom phenol blue
٠٫٠٢٪	احمر — اصفر	٤٫٢—٦٫٣	٥٫٠	Methyl red
٠٫٠٤٪	اصفر — ارجوانى	٥٫٢—٦٫٨	٦٫٣	Brom cresol purple
٠٫٠٤٪	اصفر — ازرق	٦٫٠—٧٫٦	٧٫١	Brom thymol blue
٠٫٠٢٪	اصفر — احمر	٦٫٨—٨٫٤	٧٫٧	Phenol red
٠٫٠٢٪	اصفر — احمر	٧٫٢—٨٫٨	٨٫١	Cresol red
٠٫٠٤٪	اصفر — ازرق	٨٫٠—٩٫٦	٨٫٨	Thymol blue

هذا وللدليل Thymol blue لون ثالث ـ احمر ـ اذا كان فى محلول حامضى شديد (PH أقل من ٢٫٠ تقريبا) . وعليه يمكن استعماله فى تقدير رقم PH للمحاليل الحامضية اذا كان رقم PH لها يقع بين ٢٫٨ ، ١٫٢

ولنضرب مثلا لحساب رقم PH بهذه الطريقة . نفرض أننا استعملنا أحمر الميثيل ونفرض أن الانبوبة فى المجموعة القلوية تحتوى على ثلاث نقط دليل والانبوبة في المجموعة الحامضية تحتوى على سبعة فيكون

PH = Pk + لو $\frac{٣}{٧}$

= ٥ + لو $\frac{٣}{٧}$

= ٥ + لو ٣ — لو ٧

= ٥ + ٠٫٤٧٧ — ٠٫٨٤٥

= ٤٫٦٣

بهذه الطريقة يمكن حساب أرقام PH لجميع الانابيب للادلة السبعة المذكورة . نتيجة الحساب مدونة فى الجدول صفحة ٨١ ويمكن استعمالها فى ايجاد رقم PH

وفيما يلى جدول لوغاريتمات الاعداد من ١ الى ٩٫٥

العدد	اللوغاريتم	العدد	اللوغاريتم	العدد	اللوغاريتم
١٫٠	صفر	٤٫٠	٠٫٦٠٢	٧٫٠	٠٫٨٤٥
١٫٥	٠٫١٧٦	٤٫٥	٠٫٦٥٣	٧٫٥	٠٫٨٧٥
٢٫٠	٠٫٣٠١	٥٫٠	٠٫٦٩٩	٨٫٠	٠٫٩٠٣
٢٫٥	٠٫٣٩٨	٥٫٥	٠٫٧٤٠	٨٫٥	٠٫٩٢٩
٣٫٠	٠٫٤٧٧	٦٫٠	٠٫٧٧٨	٩٫٠	٠٫٩٥٤
٣٫٥	٠٫٥٤٤	٦٫٥	٠٫٨١٣	٩٫٥	٠٫٩٧٨

نسبة عدد النقط	PH لكل زوج انابيب اختبار						
قلوى / حامضى	Thymol blue	Cresol red	Phenol red	Bromthymol blue	Bromcresol purple	Methyl red	Bromphenol blue
١ : ٩	٧٫٨٥	٧٫١٥	٦٫٧٥	٦٫١٥	٥٫٣	٤٫٠٥	٣٫١
١٫٥ : ٨٫٥	٨٫٠٥	٧٫٣٥	٦٫٩٥	٦٫٣٥	٥٫٥	٤٫٢٥	٣٫٣
٢ : ٨	٨٫٢	٧٫٥	٧٫١	٦٫٥	٥٫٧	٤٫٤	٣٫٥
٣ : ٧	٨٫٤	٧٫٧	٧٫٣	٦٫٧	٥٫٩	٤٫٦	٣٫٧
٤ : ٦	٨٫٦	٧٫٩	٧٫٥	٦٫٩	٦٫١	٤٫٨	٣٫٩
٥ : ٥	٨٫٨	٨٫١	٧٫٧	٧٫١	٦٫٣	٥٫٠	٤٫١
٦ : ٤	٩٫٠	٨٫٣	٧٫٩	٧٫٣	٦٫٥	٥٫٢	٤٫٣
٧ : ٣	٩٫٢	٨٫٥	٨٫١	٧٫٥	٦٫٧	٥٫٤	٤٫٥
٨ : ٢	٩٫٤	٨٫٧	٨٫٣	٧٫٧	٦٫٩	٥٫٦	٤٫٧
٨٫٥ : ١٫٥	٩٫٥٥	٨٫٨٥	٨٫٤٥	٧٫٨٥	٧٫٠	٥٫٧٥	٤٫٨
٩ : ١	٩٫٧٥	٩٫٠٥	٨٫٦٥	٨٫٠٥	٧٫٢	٥٫٩٥	٥٫٠
تحميض الانبوبة باضافة	١ نقطة من محلول بويد٢فوا٤ ٢٪		١ نقطة يد كل $\frac{1}{20}$ أساسى				١ سم٣ يد كل $\frac{1}{20}$ اساسى
جعل الانبوبة قلوية باضافة	٢ نقطة صودا كاوية قوية		١ نقطة صودا كاوية قوية				

ففي أحمر المثيل Methyl red مثلا :—

عدد نقط الدليل في الانبوبة القلوية	عدد نقط الدليل في الانبوبة الحامضية	اللون الناتج فى الانبوبتين معا يطابق PH
١	٩	٤,٠٥
٣	٧	٤,٦
٥	٥	٥,٠
٨	٢	٥,٦
٩	١	٥,٩٥

طريقة العمل : عند ما يراد اختبار رقم PH لاى محلول نضع ١٠ سم ٣ فى أنبوبة اختبار من نوع انابيب المقارنة ثم نضيف لها عشر نقط من الدليل الملائم (الذى نجده بالاختبار الاولى بدليل Merck مثلا) ثم نخلط الدليل بالمحلول بالرج ونقارن اللون الناتج بالوان أنابيب المقارنة على أن توضع أنبوبة أختبار أخرى بها ماء مقطر فقط دون الدليل خلف أنبوبة المحلول المراد اختباره ويحسب رقم PH من المعادلة أو يستخرج من الجدول

اذا كان المحلول المختبر له لون طبيعى خاص به أو كان عكرا فيجب استعمال الـ Comparator ذا الثلاثة ثقوب بان نضع خلف أنبوبتى المقارنة انبوبة بها المحلول المراد اختباره دون الدليل وخلف أنبوبة المحلول المختبر أنبوبتين بهما ماء مقطر فقط دون الدليل . بهذه الطريقة نضمن أن الضوء يمر خلال ثلاث أنابيب أحداها يحتوى على المحلول المراد اختباره والاثنتان الاخريتان تحتويان على ماء . أما عدد نقط الدليل فعشرة فى أنابيب الاختبار وكذلك عشرة فى المحلول المختبر

هذا ويمكن وضع أنابيب المقارنة ثلاثة ثلاثة فى صناديق خاصة وكذا أنابيب المحلول المجهول . وذلك لسهولة المقارنة فصندوقان يكونان Comparator

شرحنا فيما سبق طريقــة تقدير رقم PH فى محاليل . غـير أنه فى تقدير تأثير التربة الزراعية يفضل استعمال معلق التربة فى الماء أو فى محلول أساسى من كلورور البوتاسيوم لاجراء هذا التقدير . ولما كانت التربة تمتص بعض الادلة المستعملة ولان المعلق كثيرا مايبقى عكرا ، فتتبع عادة الطريقة الالكترومترية . على أنه يمكن استعمال الادلة فى المعلق باتباع الطريقة السريعة الآتية (طريقة Kühn)

خذ أنبوبة اختبار وضع فيها طبقة ارتفاعها ١ سم من كبريتات الباريوم المعروف $Ba SO_4$ pro Rœntgen ثم طبقة من التربة المراد اختبارها بارتفاع ٣ سم ثم ماءا مقطرا خاليا من ك أ٢ بارتفاع ٩ ــ ١٠ سم ثم العدد المخصوص من نقط الدليل المناسب ورج الانبوبة نصف دقيقة واتركها حتى تمام الترسيب . ومن لون المحلول الناتج ومقارنته بألوان معلومة يعرف رقم PH للتربة بالطريقة المعتادة

الباب الثالث

التحليل الكمى

قبل أن نتكلم على التحليل الكمى نأتى بأهم التعليمات الخاصة باستعمال الميزان الحساس لانه من أهم الاجهزة المستعملة عند اجراء التحاليل الكيماوية الكمية ولان اتباع هذه التعليمات ضرورى جدا اذا أريد أن تكون نتائج التحليل مضبوطة

تعليمات بخصوص استعمال الميزان الحساس

١ — تأكد قبل البدء فى الوزن من أن الميزان مضبوط وذلك بتحريك المقبض الخاص ببطء واحتراس وملاحظة أن ذبذبات المؤشر يجب أن تكون متساوية الى يمين الصفر والى يساره

٢ — ضع المادة المراد وزنها فى وعاء مناسب نظيف جدا (زجاجة وزن أوزجاجة ساعة أو قارب وزن الخ) ولا يصح وضعها على كفة الميزان مطلقا

٣ — توضع المادة المراد وزنها على الكفة اليسرى للميزان . أما الصنج فتوضع فى الكفة اليمنى ولا يصح وضع أى صنج على الكفة اليسرى

٤ — عند وزن المادة توضع صنجا ويكون وزنها أقرب ما يمكن من وزن المادة المراد وزنها والفارغ ثم يعدل الوزن باضافة صنج الى الكفة اليمنى او رفع الصنج منها حتى تتعادل الكفتان تماما ويعرف ذلك من أن ذبذبات المؤشر تكون الى يمين الصفر مثلها الى يساره

٥ — أقفل صندوق الميزان دائما أثناء الوزن ولا تتركه مفتوحا ابدا والا كان الوزن غير مضبوط

٦ — لا تزن مادة مادرجة حرارتها اعلى من درجة حرارة صندوق الميزان والا احدثت تيارات هوائية داخل الصندوق فيختل الوزن وتتكاثف أيضا رطوبة على المادة المراد

وزنها . وعلى ذلك اذا كانت المادة المراد وزنها ساخنة فاتركها تبرد داخل المجفف الخاص واتركه هذا فى حجرة الموازين ثلث ساعة وزنها بعد ذلك مباشرة

٧ — لاتضع على كفة الميزان أو ترفع منها أى شىء مطلقا (مادة أو صنجة أو زجاجة ساعة الخ) الا اذا كانت كفتا الميزان ثابتتين ، فان كانتا غير ذلك فثبتهما بتحريك المقبض الخاص . مراعاة ذلك فى غاية الاهمية والا اختل الميزان وكان عرضة للتلف

٨ — لاتمس الصنج باصابعك مطلقا بل أرفعها بالملقط الخاص بها الموجود داخل صندوق الصنج

٩ — يجب أن تعنى دائما بنظافة الميزان فلا تدع أى شىء من المادة المراد وزنها يسقط على قاعدة الميزان ومن باب أولى على كفته . استعمل فرشة خاصة لتنظيف الميزان قبل البدء فى عملية الوزن وبعد الانتهاء منها

١٠ — أعد الصنج بمجرد الانتهاء من عملية الوزن الى مكانها المخصص لها في صندوق الصنج ولا تتركها مطلقا على الكفة . ثم اقفل الميزان

التحليل الكمى

لا يكتفى فقط فى دراسة الكيمياء بتحليل المواد أو المخاليط تحليلا وصفيا لمعرفة محتوياتها من العناصر أو الاصول الداخلة فيها بل لابد لنا أيضا من تحديد كميات العناصر أو الاصول بالضبط . وهذا ما يعرف بالتحليل الكمى

وللتحليل الكمى عدة طرق أهمها التحليل الكمى الوزنى والتحليل الكمى الحجمى

١ — التحليل الكمى الوزنى : وينحصر فى تحويل مقدار معلوم من المادة الى مركب آخر يمكن وزنه بالضبط ومن ذلك نستنتج مقدار المادة الاصلية المطلوب تقديرها

مثلا لتقدير الكبريتات فى محلول من حامض الكبريتيك المجهول القوة فاننا ناخذ حجما معلوما من هذا الحامض ونرسب الكبريتات فى كمية زائدة من كلورور الباريوم

حيث تتكون كبريتات الباريوم الغير ذائبة التى يمكن ترشيحها وتجفيفها ووزنها بالضبط

يد ٢ كب ا ٤ + با كل ٢ ⟵ با كب ا ٤ + ٢ يد كل

ومن وزن هذه الكبريتات يمكننا معرفة كمية حامض الكبريتيك

٢ — التحليل الكمى الحجمى : وفيه يستعمل محاليل من المواد بدلا من المواد الصلبة وبدلا من وزن الراسب فاننا نقيس حجوم محاليل ذات قوة معلومة تسمى بالمحاليل المعيارية . ومن الطرق الرئيسية المهمة فى هذا النوع من التحليل الكمى ما يأتى :—

١ طريقة التعادل ٢ طريقة الترسيب ٣ — طريقة التأكسد والاختزال

وقبل أن نتكلم عن هذه الطرق نشرح ما هى المحاليل المعيارية

المحاليل المعيارية والاساسية

ان المناسب فى التحليل الكمى الحجمى أن تكون جميع المحاليل المستعملة قريبة القوة بحيث أن حجما من إحداها يكافىء كيماويا حجما آخر من المحاليل الاخرى

ومن المعتاد أن تعمل المحاليل بحيث يحتوى اللتر منها على الوزن المكافىء للمادة (أو كسر من الوزن المكافىء) والمحلول المحتوى اللتر منه على الوزن المكافىء بالجرام من المادة يعرف بالمحلول الاساسى ويرمز له بالحرف س وعلى ذلك فصودا كاوية أساسية يحتوى اللتر منها على ٤٠ جم ص ا يد . ولكن الاكثر موافقة هو استعمال (محاليل عشر أساسية) فمثلا حمض الكلوروردريك العشر أساسى يحتوى على ٣٦،٤٦ جم فى اللتر من يد كل وأحيانا فى أغراض خاصة يستعمل محاليل $\frac{س}{٢٠}$ بل أقل من ذلك . وعند تحضير المحاليل الاساسية يجب أن نتذكر أن الوزن المكافىء بالجرام ليس دائما هو الوزن الجزيئى بالجرام . ففى الاحماض يكون الوزن المكافىء بالجرام هو الوزن الجزيئى بالجرام مقسوما على عدد ذرات الايدروجين القابلة للتعويض، فمثلا محلول أساس من حامض الكبريتيك يحتوى على $\frac{٩٨}{٢}$ = ٤٩ جم يد ٢ كب ا ٤ فى اللتر أى أن الوزن المكافىء هو نصف الوزن الجزيئى لان جزىء حامض يد ٢ كب ا ٤

يحتوى على ذرتين من الايدروجين قابلتين للتعويض . وعلى ذلك فجزىء من يد٢ كب ا٤ يتعادل مع جزيئين من الصودا الكاوية . أما حامض الخليك ك يد٣ ك ا ا يد فمع أنه يحتوى على أربع ذرات ايدروجين إلا أن وزنه المكافىء يساوى وزنه الجزيئى بالجرام بالضبط أى ٦٠ جم لان به ذرة واحدة فقط من الايدروجين قابلة للتعويض بكاتيون القاعدة . والوزن المكافىء للصودا الكاوية هو وزنها الجزيئى أى ٤٠ ، أما ايدروكسيد الباريوم با (ا يد) ٢ فوزنه المكافىء هو نصف وزنه الجزيئى بالجرام

استعمال العامل : ليس من الضرورى عمل المحاليل المعيارية بحيث تكون أساسية أو عشر أساسية بالضبط ولكن يجب معرفة قوة تركيز هذه المحاليل

فمثلا $\frac{س}{١٠}$ كربونات صوديوم تحتوى على ٥٫٣ جم فى اللتر فعند تحضير محلول عشر أساسى منها فبدلا من اضاعة وقت طويل فى وزن ٥٫٣ جم بالضبط فاننا نزن مقدار يقرب من ٥٫٣ جم وزنا مضبوطا لاربعة أرقام عشرية ولنفرض أن المقدار الموزون هو ٥٫٢١٣١ جم

فيكون تركيز المحلول $\frac{٥٫٢١٣١}{٥٫٣} \times \frac{س}{١٠} = ٠٫٩٨٣٣ \frac{س}{١٠}$

فالرقم ٠٫٩٨٣٣ يقال له العامل Factor

محلول كربونات الصوديوم هذا ، المحضر بالكيفية المذكورة يكون عامله اذاً ٠٫٩٨٣٣ فعند استعمال المحلول يجب دائما ضرب الحجم المستعمل فى هذا العامل للحصول على حجم كربونات الصوديوم العشر أساسى بالضبط.

طريقة التعادل

يتعادل حمض وقاعدة يتكون ملح وماء فمثلا

ص ا يد + يد كل ⟵ ص كل + يد٢ ا

٤٠   ٣٦٫٤٦   ٥٨٫٤٦   ١٨

من هذه المعادلة نرى أن وزنا مكافئا من الصودا الكاوية أى ٤٠ جرام تتعادل مع وزن مكافىء من حمض الكلورودريك أى ٣٦٫٤٦ جرام وعلى هذا فاذا أضيف لتر من محاول الصودا الكاوية المحتوى على ٤٠ جرام الى لتر آخر من محاول حمض الكلورودريك المحتوى على ٣٦٫٤٦ جرام يد كل فان هذين المحلولين يتعادلان بالضبط وبالطبع ٢٥ سم[٣] من محاول الصودا الكاوية السابق ذكره يتعادل بالضبط مع ٢٥ سم[٣] من الحامض السابق ذكره . ولنفرض أننا لانعرف قوة الصودا الكاوية ولكننا نعرف قوة حمض الكلورودريك بالضبط ونعرف أيضا أن حجما من الصودا الكاوية المحتوى على ٤٠جم فى اللتر يتعادل مع حجم مثله من حامض يد كل المحتوى على ٣٦٫٤٦ جم فى اللتر فانه يمكننا أن نحسب قوة محاول الصودا الكاوية المجهول اذ أنه عند تمام التعادل يكون وزن الصودا الكاوية فى اللتر مساويا $\frac{٤٠}{٣٦٫٤٦}$ مضروبة فى عدد الجرامات الموجودة فى لتر من حمض الكلوروديك . وعلى ذلك فاذا وجد أن ٢٥ سم[٣] من حامض الكلودريك تتعادل مع ٢٠ سم[٣] من الصودا الكاوية فمن البديهى أن الصودا الكاوية أقوى من الحامض بنسبة ٢٥ : ٢٠ وعلى ذلك فدرجة تركيز الصودا الكاوية $= \frac{٢٥}{٢٠} \times \frac{٤٠}{٣٦٫٤٦} \times$ ص

(ص = درجة تركيز حمض الكلورودريك أى عدد الجرامات التى يحتويها اللتر من حمض الكلورودريك)

والمثل السابق يوضح الاساس الذى تبنى عليه التقديرات الكمية الحجمية ولكن من الضرورى ان نعرف بالضبط متى يتم التعادل وهذا يمكن تحديده باستعمال مادة ثالثة يتغير لونها عند أى زيادة طفيفة من احد المحلولين المتعادلين وهذه المادة الثالثة تستعمل بكمية صغيرة وتسمى بالدليل

فمثلا دليل عبـاد الشمس يمكن استعماله فى المثل السابق حيث يكون اللون احمر عند أقل زيادة من الحامض وأزرقا عند أقل زيادة من القلوى فعند اضافة الحامض الى القلوى فاننا نعرف متى يتم التعادل عند ما يصير لون العباد بنفسجيا purple وعند

اضافة نقطة واحدة زيادة من الحامض فان المحلول يصير أحمرا وعلى ذلك فالعباد يدلنا على نقطة النهاية End Point

اختيار الدليل : ان عدد الادلة المستعملة فى التحليل الكمى كثيرة ولكن المستعمل عادة لهذا الغرض هو برتقالى الميثيل الذى يكون أصفرا مع القلويات واحمرا مع الاحماض والفينولفثالين الذى يكون قرنفليا مع القلويات وعديم اللون مع الاحماض وميزة الميثيل أورنج أنه لا يتأثر بثانى أكسيد الكربون وعلى ذلك يستعمل فى التعادل في حالة الكربونات القلوية مع الاحماض ويستعمل ايضا فى تعادل الامونيا ويستعمل فقط مع الاحماض المعدنية القوية (يدكل ، يد٢ كب ا٤ ..) ولا يستعمل مطلقا مع الاحماض العضوية مثل حامض الاكساليك أو حامض الخليك . وعند استعمال هذا الدليل فان العادة أضافة الحامض الى القلوى حيث أن تغيير اللون من الاصفر الى الاحمر يظهر بوضوح أكثر من تغيير اللون من الاحمر الى الاصفر

وعند استعمال محاليل مخففة فان نقطة واحدة من الحامض عند نقطة التعادل تكون لونا برتقاليا وليس أحمرا وفى الضوء الصناعى يكون من الصعب ملاحظة تغير اللون

وميزة الفينولفثالين أنه يصح استعماله فى ضوء النهار وكذا فى الضوء الصناعي وكذا يستعمل فى تعادل الاحماض العضوية الضعيفة مثل حامض الخليك والاكساليك وهو حساس جدا لثانى أكسيد الكربون وعلى ذلك فلا يستعمل فى تعادل الكربونات وكذا لايستعمل فى تعادل الامونيا وعلى العموم فالفينولفثالين يستعمل للاحماض العضوية أما برتقالى الميثيل فيستعمل للكربونات والنوشادر أما معظم الحالات فيمكن استعمال أيهما . وعلى العموم يمكن استعمال أى دليل اذا أريد عمل تعادل بين قاعدة قوية وحمض قوى

طريقة الترسيب

تقدر بعض المواد بتنقيطها بمحلول معيارى مناسب يكون راسبا معها على أن يضاف كشاف خاص حتى اذا ما تم الترسيب تلون المحلول علامة على انتهاء عملية التنقيط . ومن كمية المحلول المعيارى المضافة تحسب كمية المادة

من أشهر أمثلة هذا النوع من التحليل تقدير الكلورور بازوتات الفضة أو الفضة بكلورور الصوديوم وسيأتى تفصيل ذلك عند شرح طريقة تقدير كلورور الصوديوم

طريقة التأكسد والاختزال

قد رأينا فيما سبق كيف أنه يمكن تقدير قوة محاليل القواعد بواسطة أحماض معلومة القوة وكذا تقدير قوة الاحماض بواسطة محاليل قواعد معلومة القوة (معيارية) وذلك بعملية التعادل. وبالمثل فان المواد ذات الخواص المختزلة يمكن تقديرها بمحاليل مؤكسدة ذات قوة معلومة والعكس صحيح بالطبع . فمثلا أملاح الحديدوز يمكن أكسدتها الى أملاح الحديديك بواسطة برمنجنات البوتاسيوم معلومة القوة ومن حجم البرمنجنات المستعمل فى عملية الاكسدة يمكن حساب مقدار الحديدوز فى الملح

ويظهر جليا من هذا أن الوزن الجزيئى للمادة المؤكسدة ليس هو المهم بل المعول على مقدار الاكسجين الذى يمكن أن تعطيه المادة المؤكسدة أو بعبارة أحدث المعول على الشحنة الموجبة التى تفقدها المادة المؤكسدة فى عملية التأكسد

استعمال محلول برمنجنات البوتاسيوم : محلول برمنجنات البوتاسيوم شائع الاستعمال جدا كمادة مؤكسدة فى التحليل الكمى الحجمى لانها أولا مادة مؤكسدة شديدة وثانيا لانه لالزوم لاستعمال أى دليل عند التنقيط بها كما سيأتى بعد . عند ما تختزل برمنجنات البوتاسيوم فى محلول حامض فانها تصير عديمة اللون وعلى ذلك فبمجرد أن يتم التأكسد فان نقطة واحدة زيادة من البرمنجنات تكفى لاعطاء المحلول

لونا قرنفليا أو ورديا باهتا . والاساس فى التحليل الكمى الحجمى بطرق الا كسدة أن المحاليل المؤكسدة تعطى اللتر الواحد منها مكافىء واحد بالجرام من الا كسيجين (٨ جم فى هذه الاحوال)

فمحلول $\frac{١}{٢}$ أساسى من برمنجنات البوتاسيوم يمكن اعتباره محلول $\frac{١}{٢}$ أساسى للاكسجين الممكن استخدامه فى الا كسدة

وعادة تجرى عمليات الا كسدة بالبرمنجنات مع وجود حامض الكبريتيك فتتحلل البرمنجنات كما يأتى :—

$$٢ \text{ بو من ا}_٤ + ٣ \text{ يد}_٢ \text{ كب ا}_٤ \longrightarrow \text{بو}_٢ \text{ كب ا}_٤ + ٢ \text{ من كب ا}_٤$$
$$+ ٣ \text{ يد}_٢ \text{ ا} + ٥ \text{ ا}$$

ويمكن تبسيط هذه المعادلة اذا اعتبرنا أن كلا من البوتاسيوم والمنجنيز فى حالة وجود الحامض يتحول الى أكسيد

$$٢ \text{ بو من ا}_٤ \longrightarrow \text{بو}_٢ \text{ ا} + ٢ \text{ من ا} + ٥ \text{ ا}$$

وعلى هذا فان خمسة ذرات من الأكسجين أو ما يكافىءعشرة أوزان مكافئة من الايدروجين تنتج من جزيئين من برمنجنات البوتاسيوم وعلى ذلك فخمس ($\frac{١}{٥}$) الوزن الجزيئى بالجرام لبرمنجنات البوتاسيوم يعطى وزنا مكافئا من الا كسجين أى أن هذا المقدار يحتوى على وزن مكافىء للاكسجين الصالح للاستعمال فى الاكسدة . وعلى ذلك فان اللتر من برمنجنات البوتاسيوم الاساسية يحتوى على $\frac{١}{٥}$ الوزن الجزيئى لهذه المادة أى على $\frac{١٥٨{,}٠٥}{٥}$ ٣١٫٦١ جرام والمحلول العشر أساسى منه يحتوى على ٣٫١٦١ جرام فى اللتر

ومن أشهر الامثلة على هذا النوع من التحليل الكمى تقدير الكالسيوم كماسيأتى ذلك فيما بعد

١ — تقدير الازوت فى الاسمدة النوشادرية بالطريقة غير المباشرة

الفكرة الاساسية: فى هذه الطريقة أن يضاف حجم معلوم من محلول الصودا الكاوية معلومة القوة الى كمية معلومة الوزن من السماد النوشادرى ويغلى المحلول لطرد النوشادر كله ثم تقدر الزيادة من الصودا الكاوية بتمادلها بحامض كبريتيك معلوم القوة ، وذلك حسب المعادلات الآتية : —

$$(\text{زيد}_4)_2 \text{كب ا}_4 + 2 \text{ص ا يد} \longrightarrow \text{زيد}_4 \text{ا يد} + \text{ص}_2 \text{كب ا}_4$$

$$2 \text{زيد}_4 \text{ا يد} \longrightarrow 2 \text{زيد}_3 + 2 \text{يد}_2 \text{ا}$$

$$2 \text{ص ا يد} + \text{يد}_2 \text{كب ا}_4 \longrightarrow \text{ص}_2 \text{كب ا}_4 + 2 \text{يد}_2 \text{ا}$$

طريقة العمل: زن بالضبط نحو ١ جم من السماد النوشادرى وضعه فى كاس سعته ٤٠٠ سم^3 اضف ٢٥ سم^3 بالضبط من محلول أساسى من الصودا الكاوية ثم نحو ١٠٠ سم^3 ماء مقطر واغل المحلول مدة من الزمن حتى تتأكد من تصاعد كل غاز الامونيا. انتظر حتى يبرد المحلول وعادل الزيادة من الصودا الكاوية مع حامض كبريتيك

أساسى مستعملا دليل Methyl orange

احسب النسبة المئوية للازوت فى السماد المعطى مع العلم بان ١ سم^3 حامض (أو صودا كاوية) أساسى = ٠٫٠١٤ جم أزوت

مثال لتوضيح طريقة الحساب

وزن السماد المأخوذ = ١٫٢٢١ جم

الصودا الكاوية المستعملة لطرد النوشادر ١٫٠١٦ اساسى

والحامض المستعمل لمعادلة الصودا الكاوية الزائدة ٠٫٩٩٩٦ اساسى

حجم الصودا الكاوية المضافة ٢٥ سم^3

أي مايساوي ٢٥ × ١٫٠٠٦٦ سم^{3} أساسي أي ٢٦٫٦٥ سم أساسي بالضبط.
حجم حامض الكبريتيك المستعمل لمعادلة الزيادة من الصودا الكاوية = ٨٫٨٢ سم^{3}

أي مايساوي ٨٫٨٢ × ٠٫٩٩٦ = ٨٫٧٩ سم^{3} أساسي بالضبط

∴ حجم الصودا الكاوية الاساسية بالضبط اللازمة لطرد كل الامونيا من السماد

= ٢٦٫٦٥ — ٨٫٧٩ = ١٧٫٨٦ سم^{3} ص ا يد أساسي

ولكن كل ١ سم^{3} ص ا يد أساسي = ٠٫٠١٤ جم أزوت

∴ ١٫٢٢١ جم سماد تحتوى على ١٧٫٨٦ × ٠٫٠١٤ جم أزوت

= ٠٫٢٥٠١ جم أزوت

النسبة المئوية للازوت فى هذا السماد = $\frac{٠٫٢٥٠١}{١٫٢٢١}$ × ١٠٠ = ٢٠٫٤٨٪ أزوت

٢ — تقدير حمض الفوسفوريك الذائب فى السوبرفوسفات بطريقة التعادل

الفكرة الاساسية: ترسب الفوسفات بمولبدات الامونيوم ثم يفصل الراسب ويغسل جيداً ويذاب فى كمية معلومة من الصودا الكاوية الاساسية تكفى وزيادة للاذابة ثم تقدر الزيادة من الصودا الكاوية بتنقيط المحلول بحامض الكبريتيك الاساسى ومنه تعرف كمية الصودا الكاوية اللازمة لاذابة الراسب ومنها ايضا تعرف كمية فو$_{2}$ا$_{5}$ الموجودة فى الراسب وذلك من المعادلة الآتية

(زيد$_{4}$)$_{6}$ (موا$_{4}$)$_{2}$ ٢٤ موا$_{3}$ + ٤٦ ص ا يد =

٢٣ ص$_{2}$ موا$_{4}$ + (زيد$_{4}$)$_{2}$ موا$_{4}$ + ٢ (زيد$_{4}$)$_{2}$ يد فوا$_{4}$ + ٢٢ يد$_{2}$ا

حيث ١ سم^{3} ص ا يد اساسية تكافىء ٠٫٠٠٣١ جرام فو$_{2}$ا$_{5}$

طريقة العمل : زن بالضبط ٢٫٥ جم من السماد واطحنها فى هاون صغير مع قليل من الماء . انقل هذا المحلول المعكر كميا الى دورق معيارى سعته ٢٥٠ سم^٣ أضف ماء الى العلامة ورج الدورق جيدا ثم رشح فى ورقة ترشيح جافه اهمل الجزء الاول من المترشح (لانه يكون عكرا فى العادة) خذ ٢٥ سم^٣ من المترشح وأضف اليهما نحو ١٠٠ سم^٣ ماء ، ٢٥ سم^٣ حامض أزوتيك مركز ، ٢٠ سم^٣ نوشادر مركز (كثافته ٠٫٨٨). قلب المزيج جيدا بقضيب زجاجى وسخن الكأس الى حوالى درجة ٦٥° مئوية (ويعرف ذلك بظهور أول فقاعة قبل الغليان) . أضف ببطء واحتراس نحو ٤٠ سم^٣ من محلول بارد من مولبدات الامونيوم قوته ٣ ٪ مع ملاحظة تقليب المزيج دائما بمحرك زجاجى ينتهى طرفه بقطعة من المطاط

اترك الكاس حتى يبرد (نحو نصف ساعة) ورشح المحلول كميا فى ورقة ترشيح . اغسل الراسب بمحلول أزوتات صوديوم قوته ٢ ٪ حتى تتأكد من أن المترشح أصبح متعادلا تماما (اختبر بورقة العباد الزرقاء) . انقل ورقة الترشيح بما عليها من الراسب إلى كاس نظيف سعته ٤٠٠ سم^٣ . أضف الآن ٣٠ سم^٣ من الصودا الكاوية الاساسية الى الكاس ونحو ٢٥ سم^٣ ماء مقطر

قلب المزيج حتى يذوب الراسب الاصفر تماما (مع الاستعانة باللهب الهين ان لزم الأمر) . اضف نحو ٣ سم^٣ من دايل الفينولفثالين ثم عادل الزيادة من الصودا الكاوية بحامض الكبريتيك الاساسى حتى يضيع اللون القرنفلى . أحسب النسبة المئوية لحمض الفوسفوريك فو٢ ا٥ مع العلم بأن ١ سم^٣ ص ا يد أساسى = ٠٫٠٠٠٣١ جم فو٢ ا٥

مثال لتوضيح طريقة الحساب : —

وزن السماد الماخوذ = ٢٫٥ جم عومل كما سبق شرحه وأخذ ٢٥ سم^٣ من المترشح (أى ما يعادل ٠٫٢٥ جم سماد) وعوملت كما سبق

حجم الصودا الكاوية الاساسية المضافة للاذابة = ٣٥ سم^٣

حجم حامض الكبريتيك الاساسى اللازم لمعادلة الزيادة من الصودا

الكاوية = ١٤٫١ سم^{٣}

∴ حجم الصودا الكاوية اللازمة لاذابة الراسب = ٢٥ — ١٤٫١

= ٩ و ١٠ سم^{٣} ص ا يد أساسى

ولكن كل ١ سم^{٣} ص ا يد = ٠٫٠٠٣١ جم فو$_{٢}$ ا$_{٥}$

∴ فو$_{٢}$ ا ٥ الموجود فى ٢٥ سم^{٣} من المترشح أى فيما يعادل ٠٫٢٥ جم سماد

= ١٠٫٩ × ٠٫٠٠٣١ = ٠٫٠٣٤ جم فو$_{٢}$ا$_{٥}$

∴ النسبة المئوية لحمض الفوسفوريك الذائب فى السماد

$$= \frac{٠٫٠٣٤}{٠٫٢٥} \times ١٠٠ = ١٣٫٦ \%$$ فو$_{٢}$ ا$_{٥}$

٣ — تقدير كلورور الصوديوم فى التربة أو الأسمدة

الفكرة الأساسية : عند ما يضاف محلول أزوتات الفضة الى محلول كلورور ذائب مثل كلورور الصوديوم يتكون كلورور الفضة الأبيض العسر الذوبان فى الماء

ف ز ا$_{٣}$ + ص كل ← ف كل + ص ز ا$_{٣}$

فاذا أمكننا تعيين النقطة التى يرسب عندها كل الكلورور على هيئة كلورور الفضة فاننا نستطيع تقدير كل الكلورور باستعمال ازوتات فضة معروفة القوة

والدليل المستعمل فى هذه الحالة هو محلول كرومات البوتاسيوم. فعند نهاية ترسيب كل الكلورور على هيئة كلورور فضة فانه يتكون راسب أحمر من كرومات الفضة بمجرد اضافة زيادة من أزوتات الفضة أى أنه لا يمكن أن يتكون كرومات الفضة قبل أن تترسب كل أيونات الكلورور على هيئة كلورور فضة ، وذلك لأن كرومات الفضة أكثر وأسهل ذوبانا من كلورور الفضة

طريقة العمل : خذ ٥٠ سم^{٣} من المترشح (سواء أكان سمادا أم تربة) وضعها فى دورق مخروطى أو جفنة صينية وأضف اليها ٣ — ٤ نقط من محلول كرومات

البوتاسيوم المشبع فى درجة الحرارة الاعتيادية أو ١ سم٣ من محلول ٥ ٪ كرومات ونقط بمحلول $\frac{1}{10}$ أساسى من أزوتات الفضة مع الرج دائما حتى يتكون الراسب الاحمر الثابت

مثال لتوضيح طريقة الحساب

حجم ازوتات الفضة اللازمة فى ترسيب الكلورور فى ٥٠ سم٣ من المترشح

= ٨٫٢ سم٣ $\frac{س}{١٠}$ بالضبط ف ز ا٣

ولكن على حسب المعادلة

$$ف ز ا_٣ + ص كل \longrightarrow ف كل + ص ز ا_٣$$

أي أن ١٦٩٫٨٩ جرام ازوتات فضة ترسب ٥٨٫٤٥ جرام كلور الصوديوم وهو الوزن المكافىء

∴ ١ سم٣ ف ز ا٣ = ٠٫٠٠٥٨٤٥ جرام ص كل

= ٠٫٠٠٣٥٤٦ جرام كل

∴ مقدار ص كل الموجود فى ٥٠ سم٣ من المترشح

= ٨٫٢ × ٠٫٠٠٥٨٤٥ = ٠٫٠٤٧٩٣ جرام ص كل

فاذا كان المحلول الماخوذ للتنقيط محضر من معاملة ٥ جرام من المادة بالماء فى دورق معيارى سعته ٢٥٠ سم٣ وتكملة هذا للعلامة وترشيح المحلول الناتج وأخذ ٥٠ سم٣ من المترشح ومعاملتها كما سبق فان هذه الكمية (٥٠ سم٣) تعادل ١ جم من العينة وتكون النسبة المئوية لكلورور الصوديوم فيها

= ١٠٠ × ٠٫٠٤٧٩٣ = ٤٫٧٩ ٪

وتكون النسبة المئوية للكلورور

= ١٠٠ × ٨٫٢ × ٠٫٠٠٣٥٤٦ = ٢٫٩١ ٪

٤ ـ تقدير الكالسيوم فى مستخلص التربة

لتقدير الكالسيوم فى مستخلص التربة الحامضى يجب أولا التخلص من الحديد والالومنيوم باضافة بضعة سنتيمترات مكعبة من حامض الازوتيك المركز الى حجم معلوم من المستخلص وليكن ٢٥ سم ٣ ويغلى المحلول جيدا لاكسدة المواد العضوية والحديدوز ثم يترك المحلول يبرد تماما وتضاف كمية زائدة من النوشادر لترسيب الحديد والالومنيوم ويغلي المحلول حوالى ٣ دقائق فاذا اريد تقدير اكسيدى الحديد والالومنيوم فان الراسب المتكون يرشح والمحلول يغلى ويغسل جيدا بالماء الساخن مع ملاحظة اضافة ماء الغسيل الى المترشح . تجفف ورقة الترشيح بعد ذلك ثم تحرق حرقا تاما فى بودقة صينية معروفة الوزن ومن ذلك يمكن معرفة وزن اكسيدى الحديد والالومنيوم . يركز المترشح بالغليان بما فيه من ماء الغسيل الى نصف حجمه ثم يضاف اليه والمحلول يغلى بضعة سنتيمترات مكعبة (١٥ سم ٣) من محلول مركز من اكسالات الامونيوم باحتراس مع التقليب بمحرك زجاجى يرفع الكاس من على اللهب ويغطى بزجاجة ساعة أو قطعة من الورق ويترك نحو ساعتين فى مكان دافىء . يرشح ترشيحا كميا فى ورقة ترشيح ويغسل الراسب المتكون (أكسالات الكالسيوم) جيدا عدة مرات بواسطة رشاش من الماء الساخن حتى يصبح المترشح خاليا من اكسالات الامنيوم (باختبار كلورور الكالسيوم) . يرفع القمع بما عليه من ورق الترشيح ويوضع على دورق مخروطى ذى فوهة واسعة ثم يعامل الراسب بحامض كبريتيك مخفف يغلى حتى يذوب الراسب تماما وتصبح ورقة الترشيح نظيفة جدا . يضاف بعد ذلك نحو ٢٠ سم ٣ من حامض الكبريتيك المخفف الى محتويات الدورق المخروطى ويسخن الدورق الى حوالى درجة ٧٠ مئوية ثم ينقط المحلول ببرمنجنات البوتاسيوم $\frac{س}{١٠}$ مع ملاحظة أن يكون الدورق ساخنا ويكون التنقيط مع الرج باستمرار حتى يظهر اللون القرنفلى الباهت الذى يمكث دقيقتين على الاقل على أن توضع ورقة الترشيح فى المحلول قرب انتهاء عملية التنقيط . احسب كمية الكالسيوم على هيئة أكسيد الكالسيوم مع العلم ان ١ سم ٣ برمنجنات تطابق ٠٫٠٠٢٨ جرام

كالسيوم أو ٠٫٠٠٢٨ جرام اكسيد الكالسيوم

مثال لتوضيح طريقة الحساب

لنفرض أن وزن التربة المأخوذ منها المستخلص الحامض هو ١٠ جم وحضر منهما مستخلص حامضى حجمه ٥٠٠ سم^{٣} وقدر الكالسيوم في ١٠٠ سم^{٣} من هذا المستخلص ثم عومل كما سبق

حجم برمنجنات البوتاسيوم $\frac{ع}{١٠}$ بالضبط المستعملة = ٢٠ سم^{٣} ،

∴ ١ سم^{٣} برمنجنات بالضبط يكافىء ٠٫٠٠٢٨ جرام اكسيد كالسيوم

∴ مقدار كا ا الموجود فى ١٠٠ سم^{٣} من المستخلص أى فى ٢ جرام من التربة

= ٢٠ × ٠٫٠٠٢٨ = ٠٫٠٥٦ جرام كا ا

∴ النسبة المئوية لاكسيد الكالسيوم فى التربة

$$= \frac{٠٫٠٥٦ \times ١٠٠}{٢} = ٢٫٨ \%$$

٥ ــ تقدير قاعدية التربة

زن بالضبط ١٠ جرام من التربة وضعها فى دورق مخروطى واضف اليها نحو ١٠٠ سم^{٣} من الماء المقطر الساخن ثم ١٠ سم^{٣} من حامض الكلورودريك أو الازوتيك أو الكبريتيك) الاساسى وسخن فى درجة الغليان نحو خمس دقائق . اختبر المعلق بعباد الشمس فان لم يكن حامضيا واضحا فاضف ١٠ سم^{٣} من الحمض من جديد واغل واختبر بالعباد وهكذا حتى يصير المعلق حامضيا واضحا . واتركه يبرد ثم انقله الى دورق معيارى سعته ٢٥٠ سم^{٣} وكمل للعلامة بالماء ورج ورشح فى ورقة ترشيح جافة . خذ ٥٠ سم^{٣} من المترشح وعادله بمحلول الصودا الكاوية العشر الاساسى باستعمال دليل الفنولفتالين . احسب عدد السنتيمترات المكعبة اللازمة من الحمض الاساسى لمعادلة ١٠٠ جرام تربة . هذا العدد هو قاعدية التربة

مثـال : —

اضيف الى ١٠ جرام تربة ١٠٠ سم^{٣} ماءثم ٣٠ سم^{٣} حمض اساسى حتى صار المعلق حامضيا واضحا و نقل هذا للدورق المعيارى سعة ٢٥٠ سم^{٣} و كمل للعلامة ورشح واخذت ٥٠ سم^{٣} ونقطت بالصودا الكاوية المشر اسـاسى فكانت عدد السنتيمترات اللازمة للتعادل من هذا المحلول ١٥ سم^{٣}

فيكون العدد اللازم لتعادل المحلول كله (٢٥٠ سم^{٣}) = ١٥ × $\frac{٢٥٠}{٥٠}$ = ٧٥ سم^{٣} وهذا يطابق ٧٫٥ سم^{٣} محلول اساسى

ويكون الحمض المستهلك فى معادلة ١٠ جرام تربة = ٣٠ — ٧٫٥ = ١٢٫٥ سم^{٣}

وتكون قاعدية التربة $\frac{١٢٫٥}{١٠}$ × ١٠٠ = ١٢٥

٦ـ تقدير كربونات الصوديوم والبيكربونات فى التربة

الفكرة الاساسية : فى عملية التقدير أن يحضر مستلخص مائى من التربة ثم ينقط بمحلول معروف القوة من كبريتات البوتاسيوم الحامضية باستعمال الفنولفثالين كدليـل الى أن يختفى اللون الاحمر . عند هذه النقطة تكون الـكربونات قـد تحولت الى بيكربونات . فيضاف دليل برتقالى الميثيل ويستمر فى التنقيط حتى يتحـول اللون الاصفر الى لون محمر . فى هذه النقطة تكون البيكربونات الناتجة من الكربونات والموجودة أصلا فى المحلول قد تحولت الى كبريتات متعادلة . كمية الكربونات تحسب من نتيجة التنقيط الاول والبيكربونات تحسب بضرب نتيجة التنقيط الاول فى ٢ وطرح الناتج من كمية كبريتات البوتاسيوم الحامضية المستعملة فى العملية كلها . اذ ان البيكربونات الناتجة من تحويل الكربونات تحتاج لتحويلها لـكبريتات الى كمية من كبريتات البوتاسيوم الحامضية مساوية للكمية الاولى اللازمة لتحويلها من كربونات الى بيـكربونات

تحضير المستخلص : زن ٥٠ جرام من ناعم التربة وضعها فى زجاجة رج سعة لتر وكملها بالماء المقطر الخالى من ك ا$_{٢}$ للعلامة . اتركها يوما كاملا مع رجها من آن

لاخر . رشح فى اليوم التالى فى ورقة ترشيح جافة أو باستعمال شمعة الترشيح المخصوصة اذا تعذر الترشيح فى الورقة

طريقة التقدير .

خذ من المترشح ٥٠ سم^{٣} ونقطها بمحلول $\frac{ع}{٥٠}$ من كبريتات البوتاسيوم الحامضية باستعمال دليل الفنولفتالين . قدر عدد السنتيمترات اللازمة حتي يختفى اللون الاحمر . اضف برتقالى الميثيل واستمر فى التنقيط حتي التعادل أى حتى يتحول اللون الاصفر الى لون محمر . قدر عدد السنتيمترات اللازمة لهذه العملية الثانية أيضا . اطرح نتيجة التنقيط الاول من نتيجة التنقيط الثانى فالفرق هو عدد السنتيمترات اللازمة لمعادلة البيكربونات الموجودة أصلا فى المحلول

مثال : ٥٠ سم^{٣} من المستخرج احتاج فى عملية التنقيط الاولى الى ٠٫٦ سم^{٣}
وفى العملية الثانيه ٣٫٠ سم^{٣} من محلول كبريتات البوتاسيوم الحامضية
∴ المحلول الاساسى لكربونات الصوديوم يحتوى اللتر منه على
$\frac{١٠٦}{٢}$ = ٥٣ جرام ص$_{٢}$ ك ا$_{٣}$
∴ المحلول $\frac{١}{٥٠}$ اساسى يحتوى اللتر منه على $\frac{٥٣}{٥٠}$ = ١٫٠٦ جرام ص$_{٢}$ ك ا$_{٣}$
والسنتيمتر المكعب يحتوى على ٠٫٠٠١٠٦ جرام
∴ الكربونات تتحول فى عملية التنقيط الاولى الى بيكربونات
∴ ٥٠ سم^{٣} من المستخرج تحتاج لتحويلها الى ملح متعادل الى ٠٫٦ × ٢ سم^{٣} من محلول كبريتات البوتاسيوم الحامضية (الايدروجينية)
وتكون كمية كربونات الصوديوم الموجودة فى ٥٠ سم^{٣}
= ٠٫٦ × ٢ × ٠٫٠٠١٠٦

وحيث اننا استعملنا ٥٠ جرام تربة وأضفنا اليها ١٠٠٠ سم^{٣} ماء واخذنا ٥٠ سم^{٣}

للتنقيط فتكون نسبة كربونات الصوديوم فى التربة

$$= ٠٫٠٦ \times ٢ \times ٠٫٠٠١٠٦ \times \frac{١٠٠٠}{٥٠} \times \frac{١٠٠}{٥٠} = ٠٫٠٠٥ \ \%$$

وحيث اننا احتجنا في عملية التنقيط الثانية الى ٣٫٠ سم^{٣} بو يد كب

∴ البيكربونات الموجودة أصلا فى ٥٠سم^{٣} مستخرج تحتاج الى

٣٫٠ — ٠٫٦ = ٢٫٤ سم^{٣} بو يد كب ا$_{٤}$ $\frac{١}{٥٠}$ أساسى

∵ الوزن المكافىء لبيكربونات الصوديوم هو ٨٤٫٠

∴ السنتيمتر المكعب من محلول $\frac{١}{٥٠}$ أساسى من بيكربونات الصوديوم يحتوى على

$$\frac{٨٤}{٥٠} \times \frac{١}{١٠٠٠}$$

وعليه يكون فى ٥٠ سم^{٣} من المستخرج

= ٢٫٤ × $\frac{٨٤}{٥٠}$ × $\frac{١}{١٠٠٠}$ جرام ص يد ك ا$_{٣}$

وتكون نسبة البيكرونات فى التربة

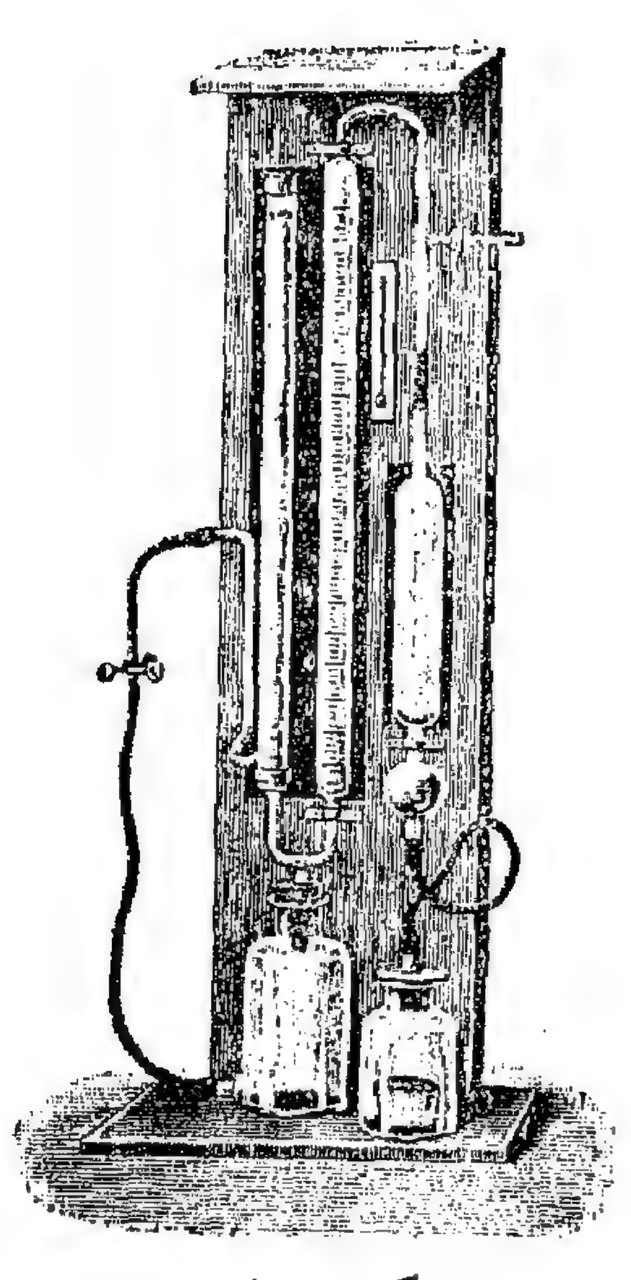
$$= ٢٫٤ \times \frac{٨٤}{٥٠} \times \frac{١}{١٠٠٠} \times \frac{١٠٠٠}{٥٠} \times \frac{١٠٠}{٥٠} = ٠٫١٦ \ \%$$

وذلك بفرض أن البيكربونات موجودة كلها فى صورة ص يد ك ا$_{٣}$

٧ـ تقدير الكربونات فى التربة أو الاسمدة

ا — طريقة شيبلر Scheibler

الفكرة الاساسية: يضاف للتربة أو السماد حمض مخفف ويقدر حجم ك ا$_{٢}$ المنبعث ومنه يعين وزنه وبذلك يمكن حساب كمية كا ك ا$_{٣}$ الموجودة فى العينة المختبرة باعتبار أن الكربونات الموجودة فى العينة كلها فى صورة كا ك ا$_{٣}$


شكل (٣)

وصف الجهاز : يتركب جهاز Scheibler كما هو واضح من الشكل ٢ من انبوبة ذات شعبتين احداهما اليمنى مدرجة بالسنتيمترات المكعبة والثانية اليسرى غير مدرجة . والاولى متصلة بانبوبة أخرى بها صنبور زجاجى وهذه متصلة بواسطة أنبوبة من الكاوتشوك بزجاجة ذى فوهة واسعة لها سداد محكم وتسمى هذه الزجاجة « زجاجة التفاعل » اما الانبوبة الثانية غير المدرجة فمتصلة بواسطة انبوبة من الكاوتشوك عليها مشبك بزجاجة ذى فوهة ضيقة وفتحة من اسفل تملأ بالماء وتستعمل فى ملء الجهاز وتفريغ الماء منه

طريقة العمل : تملأ الزجاجة فى الجهة اليسرى بالماء وتوضع على الرف العلوى وفى هذه الاثناء يكون المشبك الموجود على أنبوبة الكاوتشوك الموصلة للانبوبة اليسرى مقفولا . يفتح الصنبور الزجاجى الموجود فى الانبوبة اليمنى ثم يفتح المشبك بحساب حتى يملأ الانبوبتين المدرجة والغير مدرجة لاعلى علامة الصفر . بعد ذلك يقفل المشبك وتوضع زجاجة الماء على قاعدة الجهاز . ثم يفتح المشبك باحتراس جدا ويترك الماء يهبط فى الانبوبتين حتى يصل الصفر تماما بحيث يكون السطح المقعر على الصفر بالضبط . ثم يوضع ٢٠ سم^{٣} مكعب من حمض يدكل المخفف (١ حجم حمض مركز + ٣ أحجام ماء) وذلك بواسطة ماصة وفى هذه الاثناء تكون كمية مناسبة من المادة المراد تقدير الكربونات فيها قد وزنت في بودقة صينية وزنا دقيقا (١ — ٥ جرام حسب نسبة الكربونات)

ملحوظة : لتقدير الكمية الواجب وزنها يراعي أن جرام واحد من كربونات الكالسيوم النقى تحتوى على ٠٫٤٤ جرام ك ا٢ وحيث أن ١٠٠٠ سم^{٣} ك ا٢ فى درجة

حرارة ١٥° مئويا وضغط ٧٦٠مم تزن ١٫٨٧٢ جرام

$$\therefore \text{فحجم ك ا}_2 \text{ الذي وزنه ٠٫٤٤ جم يساوي } \frac{٠٫٤٤ \times ١٠٠٠}{١٫٨٧٢} = ٢٣٥ \text{ سم}^3$$

وعليه ينتج من جرام واحد كربونات كالسيوم تحت هذه الظروف غاز ك ا٢ يشغل حجم ٢٣٥ سم^3 وبناء عليه لايصح أن يستعمل الانسان من المادة المراد اختبارها اكثر مما يعادل جرام واحد كربونات كالسيوم اذ أن سعة الجهاز تتراوح فى العادة بين ٢٥٠سم^3 ، ٣٠٠سم^3 على حسب التدريج الموجود على الجهاز

توضع البودقة بما فيها فى زجاجة التفاعل بواسطة ماشة باحتراس حتى لاتختلط التربة أو المادة بالحمض قبل الاوان . تقفل زجاجة التفاعل جيدا دون أن تمس اليد الزجاجة نفسها حتى لاتؤثر فيها حرارة اليد . يقفل الصنبور الزجاجى السابق فتحه ثم يفتح المشبك حتى يسيل نحو ٢٠ سم^3 من الماء . هذا ضرورى لان التفاعل بين الكربونات والحمض يكون شديدا فى أول الامر ويخشى من أجل هذا أن يطفو الماء من الانبوبة اليسرى

يلاحظ عندما تسيل الكمية من الماء المذكورة أن الماء فى الانبوبة المدرجة اليمنى يهبط قليلا ثم يثبت فاذا لم يثبت دل ذلك على أن الجهاز غير محكم فى أى جزء من اجزائه . بعد التأكد من أن الجهاز محكما يمسك الانسان المشبك بيده اليسرى وزجاجة التفاعل بيده اليمنى بحيث يضغط الابهام على رقبة الزجاجة من اليسار والسبابة على الغطاء من أعلا والاصبع الاوسط على رقبة الزجاجة من اليمين دون أن تمس اليد الزجاجة نفسها حتى لاتسخنها . عند ذلك تحرك الزجاجة جنبا حتى تنقلب البودقة . ثم تحرك حركة دائرية مع الرج . وفى أثناء خروج ك ا٢ يفتح المشبك باحتراس بحيث ينزل من الماء بالتقريب بقدر ما يهبط الماء فى الانبوبة المدرجة . يترك الجهاز نحو عشرة دقائق فى هدوء ثم ترج زجاجة التفاعل مرة أخرى ثم يعدل مستوى الماء بحيث يصير واحدا فى الانبوبتين . ويقرأ حجم الغاز . تكرر هذه العملية أعنى الرج والانتظار حتى يقف خروج ك ا٢ أى حتى لايتغير مستوى الماء بالانبوبة اليمنى . عند

ذلك يعدل مستوى الماء ويقرأ حجم الغاز بالضبط. اذا كانت المادة تحتوى على كربونات مغنيسيوم فان انبعاث ك ا$_{٢}$ يكون ببطء ويستمر مدة أطول عما لو كان كربونات كالسيوم. وعليه اذا لوحظ أن حجم الغاز يزداد تدريجيا ببطء فان ذلك يدل على احتواء المادة على كربونات مغنيسيوم أيضا ويجب فى هذه الحالة تقديرها على حدة بطريقة مخصوصة

جدول حساب ك ا$_{٢}$ بجهاز شيبلر

الاعداد عبارة عن وزن ١ سم^{٣} ك ا$_{٢}$ (الوحدة ٠٠٠١ و٠ من المليجرام)

الضغط مم زئبق / درجة الحرارة مئوية	٧٤٢	٧٤٧	٧٥١	٧٥٦	٧٥٨	٧٦٠	٧٦٥	٧٦٩	٧٧٤
٢٨°	١٧٧٨	١٧٩١	١٨٠٤	١٨١٧	١٨٢٣	١٨٢٨	١٨٣٧	١٨٧٤	١٨٥٦
٢٧°	١٧٨٤	١٧٩٧	١٨١٠	١٨٢٣	١٨٢٩	١٨٣٤	١٨٤٣	١٨٥٣	١٨٦٣
٢٦°	١٧٩١	١٨٠٣	١٨١٦	١٨٢٩	١٨٣٥	١٨٤٠	١٨٤٩	١٨٥٩	١٨٦٩
٢٥°	١٧٩٧	١٨١٠	١٨٢٣	١٨٣٦	١٨٤٢	١٨٤٧	١٨٥٦	١٨٦٦	١٨٧٦
٢٤°	١٨٠٣	١٨١٦	١٨٢٩	١٨٤٢	١٨٤٨	١٨٥٣	١٨٦٢	١٨٧٢	١٨٨٢
٢٣°	١٨٠٩	١٨٢٢	١٨٣٥	١٨٤٨	١٨٥٤	١٨٥٩	١٨٦٨	١٨٧٨	١٨٨٨
٢٢°	١٨١٥	١٨٢٨	١٨٤١	١٨٥٤	١٨٦٠	١٨٦٥	١٨٧٥	١٨٨٥	١٨٩٥
٢٠°	١٨٢٨	١٨٤١	١٨٥٤	١٨٦٧	١٨٧٣	١٨٧٨	١٨٨٨	١٨٩٨	١٩٠٨
١٨°	١٨٤٠	١٨٥٣	١٨٦٦	١٨٧٩	١٨٨٥	١٨٩٠	١٩٠٠	١٩١٠	١٩٢٠
١٦°	١٨٥٣	١٨٦٦	١٨٧٩	١٨٩٢	١٩٩٨	١٩٠٣	١٩١٣	١٩٢٣	١٩٣٣
١٤°	١٨٦٥	١٨٧٨	١٨٩٢	١٩٠٦	١٩١٢	١٩١٧	١٩٢٧	١٩٣٧	١٩٤٧
١٢°	١٨٧٨	١٨٩٢	١٩٠٦	١٩١٩	١٩٢٥	١٩٣٠	١٩٤٠	١٩٥٠	١٩٦٠

حساب النتيجة

طبعا يأخذ الغاز درجة حرارة الجو والضغط السائدين فلمعرفة وزنه يجب أن يحول لدرجة حرارة الصفر والضغط الجوى العادى وضربه فى كثافته تحت هذه الظروف. على أن الجدول صفحة ١٠٣ يبين لنا وزن ١ سم^{٣} من غاز ك ا$_{٢}$ فى درجات حرارة مختلفة وتحت ضغط مختلف . فلا يبقى علينا الا أن نضرب حجم الغاز الناتج فى العدد الذى نجده في هذا الجدول ليتتج لدينا وزن الغاز ومنه يمكن حساب وزن كا ك ا$_{٣}$ الموجود فى العينة باعتبار أن الكربونات الموجودة كلها فى صورة كا ك ا$_{٣}$ ولو أنه قد يوجد أيضا مغ ك ا$_{٣}$ أو ص$_{٢}$ ك ا$_{٣}$ الخ

مثال : اذا وجدنا مثلا أن حجم الغاز فى درجة حررة ١٨° م وضغط ٧٥١ مم زئبق هو ٢٢٥٫٥ سم^{٣} فاننا نضرب هذا العدد فى ١٫٨٦٦ فينتج ٤٢٠٫٨ ملليجرام أى ٠٫٤٢٠٨ جم ك ا$_{٢}$. العدد ١٫٨٦٦ هو الذى نجده فى خانة ١٨° م ، بتقاطعها بخانة ٧٥١ مم

وحيث أن الوزن الجزيئى لكربونات الكالسيوم هو ١٠٠ والوزن الجزيئى لثانى اكسيد الكربون هو ٤٤

∴ تكون ٠٫٤٢٠٨ جم ك ا$_{٢}$ ناتجة من $\frac{١٠٠ \times ٠٫٤٢٠٨}{٤٤}$

$=$ ٢٫٢٧٣ $\times$ ٠٫٤٢٠٨ $=$ ٠٫٩٥٦٥ جم كا ك ا$_{٣}$

فاذا فرض أن المادة التي أخذناها للتقدير هى ١٫٥ جرام فتكون المادة محتوية على

$\frac{١٠٠ \times ٠٫٩٥٦٥}{١٫٥}$ $=$ ٦٣٫٧٧ ٪ كربونات كالسيوم

هذا وقد حسبت كمية كا ك ا$_{٣}$ التى تطابق ١ سم^{٣} ك ا$_{٢}$ تحت ضغوط ودرجات حرارة مختلفة ودونت فى جدول صفحة ١٠٥ وبذلك يمكن ايجاد كمية كا ك ا$_{٣}$ الموجودة فى العينة المختبرة مباشرة باستعمال هذا الجدول وذلك بضرب الحجم الناتج فى العدد

المقابل للحرارة والضغط السائدين أثناء اجراء التجربة

يلاحظ أن هـذه الطريقة تقريبيـة وأن طريقة الوزن أضبط منهـا ولذلك فهى تستعمل فى حالة وجـود نسبة عاليـة من الـكربونات بحيث لا يؤثر خطـأ الطريقة فى النتيجة تأثيرا كبيرا

جدول حساب كا ك ا$_3$ من حجم ك ا$_2$ المقدر بجهاز شيبلر

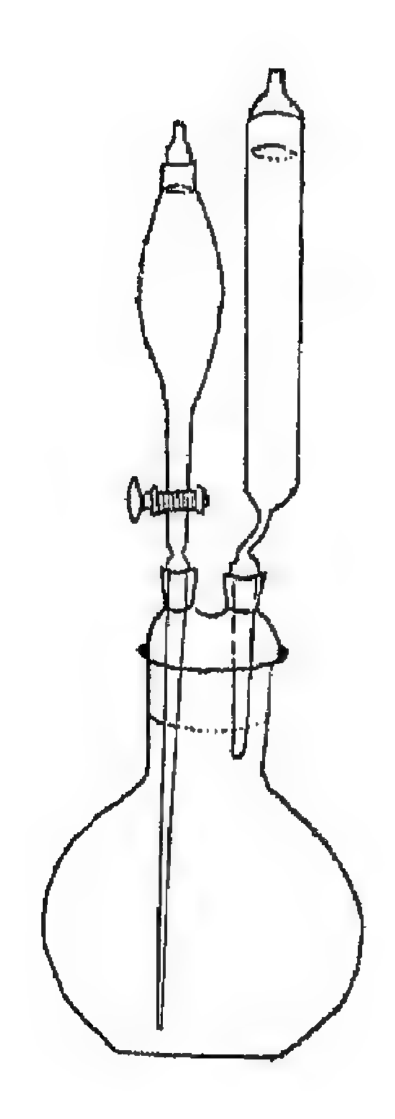
الوحدة ٠٫٠٠٠١ من المليجرام

الضغط مم زئبق / درجة الحرارة مئوية	٧٤٢	٧٤٧	٧٥١	٧٥٦	٧٥٨	٧٦٠	٧٦٥	٧٦٩	٧٧٤
°٢٨	٤٠٤١	٤٠٧٠	٤٠٩٩	٤١٢٨	٤١٤٣	٤١٥٥	٤١٧٧	٤١٩٧	٤٢١٨
°٢٧	٤٠٥٥	٤٠٨٥	٤١١٤	٤١٤٣	٤١٥٨	٤١٦٩	٤١٩٠	٤٢١١	٤٢٣٣
°٢٦	٤٠٦٩	٤٠٩٩	٤١٢٩	٤١٥٨	٤١٧٢	٤١٨٣	٤٢٠٤	٤٢٢٥	٤٢٤٧
°٢٥	٤٠٨٣	٤١١٣	٤١٤٣	٤١٧٢	٤١٨٦	٤١٩٧	٤٢١٩	٤٢٤١	٤٢٦٢
°٢٤	٤٠٩٧	٤١٢٧	٤١٥٧	٤١٨٦	٤٢٠٠	٤٢١١	٤٢٣٣	٤٢٥٥	٤٢٧٧
°٢٣	٤١١١	٤١٤١	٤١٧١	٤٢٠٠	٤٢١٤	٤٢٢٦	٤٢٤٨	٤٢٧٠	٤٢٩٢
°٢٢	٤١٢٥	٤١٥٥	٤١٨٥	٤٢١٤	٤٢٢٨	٤٢٤٠	٤٢٦٣	٤٢٨٥	٤٣٠٧
°٢٠	٤١٥٣	٤١٨٤	٤٢١٤	٤٢٤٣	٤٢٥٧	٤٢٦٩	٤٢٩٢	٤٣١٤	٤٣٣٦
°١٨	٤١٨٢	٤٢١٣	٤٢٤٣	٤٢٧٢	٤٢٨٦	٤٢٩٨	٤٣٢١	٤٣٤٣	٤٣٦٥
°١٦	٤٢١١	٤٢٤١	٤٢٧١	٤٣٠٠	٤٣١٤	٤٣٢٦	٤٣٤٩	٤٣٧١	٤٣٩٣
°١٤	٤٢٤٠	٤٢٧١	٤٣٠١	٤٣٣١	٤٣٤٥	٤٣٥٧	٤٣٧٩	٤٤٠١	٤٤٢٣
°١٢	٤٢٧٠	٤٣٠١	٤٣٣١	٤٣٦١	٤٣٧٦	٤٣٨٨	٤٤١٠	٤٤٣٢	٤٤٥٤

ب – طريقة مور Mohr

بالوزن غير المباشر

الفكرة الاساسية : يقدر وزن ك ا٢ الذى ينبعث من وزن معلوم من عينة التربة أو السماد بتفاعلها مع حمض مخفف وذلك بوزن الجهاز والعينة والحمض قبل التفاعل وبعده فالفرق هو وزن ك ا٢ المنبعث من العينة



شكل ٣

وصف الجهاز : يتركب جهاز Mohr كما هو واضح من الشكل ٣ من دورق زجاجى صغير ذى فوهة واسعة لها سداد محكم من الزجاج به انبوبة التجفيف التى تصل الى نهاية السدادة فقط وقمع الحامض الذى تصل ساقه الى قرب قاع الدورق . وللقمع حنفية

طريقة العمل : تجفف المادة المسحوقة جيدا فى درجة حرارة ١٠٠° م لمدة ساعة فى فرن تجفيف . تنقل المادة وهى ساخنة فى أنبوبة صغيرة مجففة أيضا فى درجة حرارة ١٠٠° م وتقفل هذه الانبوبة بسدادة من الفلين وتترك لتبرد وتوزن بعد ذلك بالسدادة. ثم توضع من المادة الكمية المناسبة فى الدورق ثم توزن الأنبوبة من جديد والفرق بين الوزنين هو وزن المادة التى أخذت للتقدير والتى كانت مجففة فى درجة حرارة ١٠٠° قبل ذلك نكون قد جهزنا الجهاز بملء أنبوبة التجفيف بكلورور الكالسيوم والقمع بحامض يد كل (١ حمض مركز + ١٠ ماء) وقفلهما بوضع قضبان زجاجية فى

الـكاوتش المركب عليهما . تبلل المادة الموجودة فى الدورق بقليل من الماء المقطر ثم يركب الجهاز بحيث يكون محكما فى جميع أجزائه وينظف من الخارج جيدا — ثم يترك فى حجرة الموازين نصف ساعة ويوزن . بعد ذلك تبعد أنابيب الـكاوتشوك الموجودة على القمع وأنبوبة التجفيف ويفتح صنبور القمع باحتراس بحيث ينقط الحمض فى الدورق أى لا يكون اختلاطه بالتربة سريعا جدا — بعد ما يتم التفاعل يسخن الدورق بلهب صغير جدا . لقرب الغليان مع ملاحظة وضع قطعة مستديرة منه الاسبستوس تحته أو يسخن الدورق مدة أطول على حمام مائى وطبعا يجب أن تـكون حنفية القمع مقفولة فى هذه الاثناء . بعد أن يتم طرد ك ا$_{٢}$ الموجود فى المحلول بهذه الـكيفية ينظف الجهاز جيدا ويترك ليبرد ثم يمص من القمع تيار بطىء من الهواء فى الجهاز حتى يخرج جميع ك ا$_{٢}$ من الجهاز وذلك بأن توصل أنبوبة التجفيف بمضخة ماصة بطيئة جدا . بعد ذلك يقفل الجهاز بالـكاوتشوك وينظف جيدا ويترك نصف ساعة فى حجرة الموازين ثم يهوى قليلا بازاحة كاوتشوك أنبــوبة التجفيف واعادة تركيبه فى الحال ثم يوزن. الفرق بين وزنى الجهاز قبل التفاعل وبعده عبارة عن وزن ثانى أكسيد الـكربون ومنه يمكن حساب كمية كا ك ا$_{٣}$ الموجودة فى العينة كما هو مبين فى طريقة شيبلر

اذا اتبعت كل التعليمات بدقة لاسيما التسخين بحيث لا يصل المحلول للغليان فان نتيجة هذه الطريقة تـكون مرضية جدا ويكون الخطأ ٠٫١ ٪ وأقل

٨ ـ تقدير الدبال فى التربة بالحرق

الفكرة الاساسية : تؤخذ كمية معلومة الوزن من التربة وتجفف فى درجة حرارة ١٠٥° مئوية للتخلص من الماء الايجروسكوبى ثم يعين وزنها . ثم تحرق فى درجة حرارة عالية فتحترق المادة الدبالية وتوزن مرة اخرى فيكون الفرق بين الوزنين الاخيرين هو وزن المادة الدبالية فتحسب نسبتها فى المائة من التربة المجففة فى الهواء أو المجففة فى درجة ١٠٥°م. ولـكن اذا كانت التربة تحتوى على كا ك ا$_{٣}$ فجزء منه على الاقل يتحلل الى كا ا + ك ا$_{٢}$ وبذلك يكون الفقد بالحرق ناتجا من احتراق الدبال ومن فقد ك ا$_{٢}$ المتـكون من انحلال

كا ك ا $_٣$ لذلك يضاف للتربة بعد الحرق كمية من محلول كربونات الامونيوم لتحويل كا ا الى كاك ا $_٣$ ويجفف ويحرق فى درجة حرارة مناسبة حتى يتطاير الزائد من كربونات الامونيوم . ثم توزن فيكون الفقد بالحرق في هذه الحالة عبارة عن الدبال . وبالرغم من ذلك فالنتيجة لاتكون مضبوطة لان التربة تحتوى عادة على كمية من الطين وهذا يفقد بالتسخين ماءا . لذلك يخصم من الفقد بالحرق عددا يتناسب مع نسبة الطين الموجود فيخصم من الفقد بالحرق ١ ٪ اذا كانت التربة تحتوى على ١٠ ٪ طين، ٢ ٪ اذا كانت التربة تحتوى ٢٠ ٪ منه وهكذا . كما أنه يمكن الاستغناء عن اضافة كربونات الامونيوم بخصم ١ ٪ أيضا عن كل ١٠ ٪ كاك ا $_٣$ ، وعلى كل حال فالطريقة تقريبية

طريقة العمل : زن بالضبط ١٠ جرام من ناعم التربة المجففة فى الهواء وضعها كميا فى بودقة صينية معروفة الوزن وجففها لمدة ساعة فى فرن تجفيف فى درجة حرارة ١٠٥ ° مئوية . اترك البودقة تبرد ثم زنها بما فيها وعين وزن التربة الجافة تماما . بعد ذلك ضع البودقة على مثلث خزفى بحيث تكون مائلة وسخنها أولا بلهب ضعيف ثم بلهب أقوى بالتدريج وقلب التربة بسلك من البلاتين من آن لآخر حتى تحترق المادة الدبالية تماما ويعرف ذلك بأنك لا تشاهد حبيبات متفحمة أو متقدة . اترك البودقة تبرد بما فيها ثم رطب التربة ببضع نقط من محلول رائق من كربونات الامونيوم وجفف ثم أحرق هينا حتى يتطاير الزائد من كربونات الامونيوم . بعد أن تبرد البودقة تماما زنها بما فيها وعين وزن التربة الخالية من الدبال ، فيكون الفرق بين الوزنين الاخيرين هو وزن الدبال + الفقد الناتج من وجود الطين فى التربة . أحسب نسبة الدبال كما يأتى :

مثال :	وزن التربة المجففة فى الهواء	١٠٫٠٠ جرام
	وزن البودقة فارغة	١٢٫٩٥ «
	« « + التربة	٢٢٫٩٥ «
	« « + « المجففة فى درجة ١٠٥ °	٢٢٫٧٥ «
	.'. « الماء الايجروسكوبى	٠٫٢٠ «

أى ٢ ٪ من التربة

وزن البودقة + التربة الجافة تماما قبل الحرق	٢٣٫٧٥ جرام
« « + التربة بعد الحرق	٢٣٫١٠ «
∴ الفقد بالحرق	٠٫٦٥ «

أى ٦٫٥ ٪ من التربة الجافة فى الهواء

فاذا كانت التربة تحتوى مثلا على ٣٥ ٪ طين فيجب خصم ٣٫٥ من نسبة الفقد بالحرق

وعليه تكون نسبة الدبال فى التربة = ٦٫٥ — ٣٫٥

= ٣ ٪

كلمة ختامية

تختلف هذه « المذكرات » عن سابقتها — علاوة على بعض التعديلات التى وجدناها بالاختبار ضرورية — بتوسيع فى بعض المواضيع كالغرويات وتحليل التربة والاسمدة . كما أننا أضفنا اليها بابا خاصا بالتحليل الكمى . فقد رأينا ، تتمة للفائدة و ان نأتى ببعض التقديرات الكمية المهمة فى الكيمياء الزراعية . وتوخينا فى الطرق التى اخترناها أن تكون سهلة الاجراء ، مع علمنا بأن بعض الطرق التى تجنبناها أدق فى نتائجها . ولكننا رأينا أن نجعل المقام الاول لسهولة الاجراء حتى لا يجد الطالب الذى اعتاد التحليل الوصفى مدة طويلة صعوبة فى الانتقال الى التحليل الكمى

ولا يفوتنى أن أشكر حضرة جميل أبو الفتوح أفندى على معونته فى تحضير أكثر مواضيع التحليل الكمى فضلا عن ملاحظاته القيمة على التحليل الوصفى ، كما أشكر حضرة الدكتور على ابراهيم على ملاحظاته ومناقشته لكثير من مواضيع هذه « المذكرات » مما أدى الى اختيار افضل الطرق التى تتناسب وحالة الطلبة ومستواهم ؟

فتح الله علام

فهرست